OSSERVATORIO ASTRONOMICO DI TORINO

ANNUARIO 1971

Scuola Salesiana del Libro - Catania

1970

PREMESSA

Il presente Annuario per l'anno 1971 continua la serie avviata nel 1968. Secondo lo schema consueto, ai dati astronomici fa seguito la relazione ufficiale del Direttore sull'attività dell'Osservatorio, nonché alcuni articoli di divulgazione astronomica.

I dati relativi al sorgere e tramontare del sole e della luna sono stati desunti dalle tabelle preparate a cura del prof. A. Kranjc presso il Centro di Calcolo del C.N.E.N. sezione di Bologna. Gli istanti di culminazione del sole sono stati ricavati dall'American Ephemeris a cura del Signor A. Di Battista e della dott.ssa G. Francese.

Ai lettori, ai numerosi appassionati di Astronomia ed alla cittadinanza facciamo pervenire i consueti auguri anche per il 1971.

L'Osservatorio astronomico di Torino

CRONOLOGIA

L'anno 1971 corrisponde al 6684° anno del periodo giuliano. In altre parole, alle ore 12 del 1° Gennaio 1971 comincerà il 2.440.953° giorno dall'inizio di questa cronologia, introdotta ad uso esclusivo degli astronomi, per una più facile collocazione degli eventi celesti (G. G. = giorno giuliano). Il 14 Gennaio comincerà l'anno del calendario giuliano (in vigore prima dell'adozione del calendario gregoriano) che sarà il 2724° dalla fondazione di Roma. Il 27 Febbraio comincerà il 1391° anno dell'era maomettana (Egira). Il 20 Settembre comincerà l'anno 5732 del calendario ebraico moderno.

COMPUTO ECCLESIASTICO GREGORIANO

Lettera domenicale	C
Epatta	3
Numero d'oro (ciclo lunare)	XV
Indizione Romana	9
Ciclo solare	20

FESTE MOBILI

Settuagesima	7 Febbraio	Ascensione di N.S.	20 Maggio
Le Ceneri	24 Febbraio	Pentecoste	30 Maggio
Pasqua di Resurr.	11 Aprile	1ª Dom. dell'Avv.	28 Novembre

Coordinate dell'Osservatorio Astronomico di Torino a Pino Torinese

(*Padiglione del I verticale*)

Longitudine	λ	=	$0^h 31^m 05^s,95$ Est (da Greenwich)
Latitudine	φ	=	$45^o 02' 16'',3$ Nord
Quota	q	=	618 m sul livello del mare.

Calendario ed effemeridi del sole e della luna

Nota - I dati del sorgere e tramontare del sole e della luna sono calcolati per l'Osservatorio di Pino Torinese. Per ottenere, con sufficiente approssimazione, gli analoghi dati relativamente ai capoluoghi di provincia del Piemonte e della Val d'Aosta, si applichi la correzione Δ, riportata nell'ultima colonna della seguente tabella, arrotondando al minuto intero. Per avere l'istante della culminazione del sole, occorre invece applicare il valore esatto della correzione stessa.

TABELLA

Capoluogo	Latitudine φ	Longitudine λ	Correzione Δ
Torino (Pal. Madama)	45°04′14″N	$0^h30^m44^s$E	$+0^m22^s$
Alessandria	44 51 51	0 34 27	—3 21
Aosta	45 44 15	0 29 16	+1 50
Asti	44 54 01	0 32 49	—1 43
Cuneo	44 23 33	0 30 12	+0 54
Novara	45 26 54	0 34 28	—3 22
Vercelli	45 19 46	0 33 41	—2 35

GENNAIO

Data		G. G. 2440...	SOLE			LUNA	
			sorge	culmina	tramonta	sorge	tramonta
1	V	952.5	8h08m	12h32m17s.8	16h57m	10h47m	22h03m
2	S	953.5	8 08	12 32 46 .1	16 58	11 08	23 20
3	**D**	954.5	8 08	12 33 14 .1	16 59	11 28	—
4	L	955.5	8 08	12 33 41 .8	17 00	11 49	0 37
5	M	956.5	8 08	12 34 09 .0	17 01	12 12	1 54
6	M	957.5	8 07	12 34 35 .7	17 02	12 39	3 11
7	G	958.5	8 07	12 35 02 .0	17 03	13 13	4 26
8	V	959.5	8 07	12 35 27 .8	17 04	13 56	5 39
9	S	960.5	8 07	12 35 53 .8	17 05	14 48	6 43
10	**D**	961.5	8 06	12 36 17 .7	17 06	15 50	7 36
11	L	962.5	8 06	12 36 41 .9	17 08	16 57	8 19
12	M	963.5	8 06	12 37 05 .5	17 09	18 05	8 51
13	M	964.5	8 05	12 37 28 .4	17 10	19 13	9 17
14	G	965.5	8 05	12 37 50 .8	17 11	20 19	9 38
15	V	966.5	8 04	12 38 12 .5	17 12	21 23	9 56
16	S	967.5	8 04	12 38 33 .5	17 14	22 25	10 12
17	**D**	968.5	8 03	12 38 53 .9	17 15	23 28	10 28
18	L	969.5	8 02	12 39 13 .6	17 16	—	10 45
19	M	970.5	8 02	12 39 32 .6	17 17	0 32	11 03
20	M	971.5	8 01	12 39 50 .9	17 19	1 39	11 25
21	G	972.5	8 00	12 40 08 .5	17 20	2 48	11 52
22	V	973.5	8 00	12 40 25 .3	17 21	3 59	12 28
23	S	974.5	7 59	12 40 41 .4	17 23	5 08	13 15
24	**D**	975.5	7 58	12 40 56 .7	17 24	6 12	14 16
25	L	976.5	7 57	12 41 11 .2	17 26	7 06	15 30
26	M	977.5	7 56	12 41 25 .0	17 27	7 48	16 52
27	M	978.5	7 55	12 41 37 .9	17 28	8 21	18 16
28	G	979.5	7 54	12 41 50 .1	17 30	8 48	19 40
29	V	980.5	7 53	12 42 01 .4	17 31	9 11	21 02
30	S	981.5	7 52	12 42 11 .9	17 33	9 32	22 22
31	**D**	982.5	7 51	12 42 21 .5	17 34	9 53	23 41

Fasi lunari { **P. Q.** il 4 a 05h56m **L. P.** l'11 a 14h21m
U. Q. il 19 a 19h09m **L. N.** il 26 a 23h56m

Terra al perielio il 4 Gennaio
Luna apogea il 16 a 12h; perigea il 28 a 11h.
Il crepuscolo civile dura circa 33m per tutto il mese.

FEBBRAIO

Data		G. G. 2440...	SOLE			LUNA	
			sorge	culmina	tramonta	sorge	tramonta
1	L	983.5	7h50m	12h42m30s.3	17h35m	10h16m	—
2	M	984.5	7 49	12 42 38 .3	17 37	10 42	1h00m
3	M	985.5	7 47	12 42 45 .4	17 38	11 14	2 17
4	G	986.5	7 46	12 42 51 .7	17 40	11 54	3 31
5	V	987.5	7 45	12 42 57 .2	17 41	12 43	4 37
6	S	988.5	7 44	12 43 01 .8	17 43	13 41	5 33
7	**D**	989.5	7 42	12 43 05 .7	17 44	14 46	6 18
8	L	990.5	7 41	12 43 08 .7	17 45	15 53	6 53
9	M	991.5	7 40	12 43 10 .9	17 47	17 01	7 21
10	M	992.5	7 38	12 43 12 .3	17 48	18 07	7 43
11	G	993.5	7 37	12 43 13 .0	17 50	19 12	8 02
12	V	994.5	7 35	12 43 12 .8	17 51	20 15	8 19
13	S	995.5	7 34	12 43 12 .0	17 53	21 18	8 35
14	**D**	996.5	7 32	12 43 10 .3	17 54	22 21	8 51
15	L	997.5	7 31	12 43 08 .0	17 55	23 26	9 08
16	M	998.5	7 29	12 43 04 .9	17 57	—	9 28
17	M	999.5	7 28	12 43 01 .2	17 58	0 33	9 53
18	G	41000.5	7 26	12 42 56 .7	18 00	1 42	10 24
19	V	001.5	7 25	12 42 51 .6	18 01	2 50	11 04
20	S	002.5	7 23	12 42 45 .8	18 02	3 55	11 56
21	**D**	003.5	7 21	12 42 39 .4	18 04	4 52	13 02
22	L	004.5	7 20	12 42 32 .3	18 05	5 39	14 19
23	M	005.5	7 18	12 42 24 .6	18 07	6 16	15 42
24	M	006.5	7 16	12 42 16 .3	18 08	6 46	17 07
25	G	007.5	7 15	12 42 07 .5	18 09	7 11	18 31
26	V	008.5	7 13	12 41 58 .0	18 11	7 33	19 54
27	S	009.5	7 11	12 41 47 .9	18 12	7 55	21 17
28	**D**	010.5	7 10	12 41 37 .3	18 14	8 18	22 39

Fasi lunari { **P. Q.** il 2 a 15h31m **L. P.** il 10 a 8h42m
U. Q. il 18 a 13h14m **L. N.** il 25 a 10h49m

Luna apogea il 13 a 02h; perigea il 25 a 22h.
Il crepuscolo civile dura circa 32m all'inizio e 30m alla fine del mese.

MARZO

Data		G. G. 2441...	SOLE			LUNA	
			sorge	culmina	tramonta	sorge	tramonta
1	L	011.5	7^h08^m	$12^h41^m26^s.2$	18^h15^m	8^h44^m	24^h00^m
2	M	012.5	7 06	12 41 14 .5	18 16	9 14	0 00
3	M	013.5	7 04	12 41 02 .3	18 18	9 52	1 18
4	G	014.5	7 03	12 40 49 .6	18 19	10 39	2 29
5	V	015.5	7 01	12 40 36 .4	18 20	11 35	3 29
6	S	016.5	6 59	12 40 22 .8	18 22	12 38	4 18
7	**D**	017.5	6 57	12 40 08 .7	18 23	13 45	4 56
8	L	018.5	6 55	12 39 54 .2	18 24	14 52	5 25
9	M	019.5	6 54	12 39 39 .4	18 26	15 58	5 49
10	M	020.5	6 52	12 39 24 .1	18 27	17 03	6 09
11	G	021.5	6 50	12 39 08 .5	18 28	18 06	6 26
12	V	022.5	6 48	12 38 52 .6	18 30	19 09	6 42
13	S	023.5	6 46	12 38 36 .4	18 31	20 12	6 58
14	**D**	024.5	6 44	12 38 19 .9	18 32	21 16	7 15
15	L	025.5	6 43	12 38 03 .1	18 34	22 23	7 34
16	M	026.5	6 41	12 37 46 .1	18 35	23 30	7 57
17	M	027.5	6 39	12 37 29 .0	18 36	—	8 25
18	G	028.5	6 37	12 37 11 .6	18 37	0 38	9 01
19	V	029.5	6 35	12 36 54 .0	18 39	1 43	9 48
20	S	030.5	6 33	12 36 36 .3	18 40	2 42	10 46
21	**D**	031.5	6 31	12 36 18 .5	18 41	3 31	11 56
22	L	032.5	6 29	12 36 00 .6	18 43	4 11	13 14
23	M	033.5	6 28	12 35 42 .6	18 44	4 43	14 35
24	M	034.5	6 26	12 35 24 .6	18 45	5 10	15 58
25	G	035.5	6 24	12 35 06 .5	18 46	5 33	17 21
26	V	036.5	6 22	12 34 48 .3	18 48	5 55	18 44
27	S	037.5	6 20	12 34 30 .2	18 49	6 18	20 07
28	**D**	038.5	6 18	12 34 12 .0	18 50	6 42	21 31
29	L	039.5	6 16	12 33 53 .9	18 52	7 12	22 54
30	M	040.5	6 14	12 33 35 .8	18 53	7 47	—
31	M	041.5	6 12	12 33 17 .7	18 54	8 32	0 12

Fasi lunari { **P. Q.** il 4 a 03^h02^m — **L. P.** il 12 a 03^h34^m
U. Q. il 20 a 03^h31^m — **L. N.** il 26 a 20^h24^m

Luna apogea il 12 a 05^h; perigea il 26 a 10^h.
Il sole entra nel segno dell'Ariete il 21 a 07^h38^m (inizio della primavera).
Il crepuscolo civile dura 30^m all'inizio e 32^m alla fine del mese.

APRILE

Data		G. G. 2441...	SOLE			LUNA	
			sorge	culmina	tramonta	sorge	tramonta
1	G	042.5	6^h11^m	$12^h32^m59^s.7$	18^h55^m	9^h26^m	1^h19^m
2	V	043.5	6 09	12 32 41 .8	18 57	10 28	2 13
3	S	044.5	6 07	12 32 24 .0	18 58	11 35	2 55
4	**D**	045.5	6 05	12 32 06 .3	18 59	12 43	3 28
5	L	046.5	6 03	12 31 48 .8	19 00	13 50	3 54
6	M	047.5	6 01	12 31 31 .4	19 02	14 55	4 15
7	M	048.5	6 00	12 31 14 .2	19 03	15 58	4 33
8	G	049.5	5 58	12 30 57 .2	19 04	17 01	4 49
9	V	050.5	5 56	12 30 40 .5	19 05	18 04	5 05
10	S	051.5	5 54	12 30 23 .9	19 07	19 08	5 22
11	**D**	052.5	5 52	12 30 07 .7	19 08	20 13	5 41
12	L	053.5	5 50	12 29 51 .7	19 09	21 21	6 03
13	M	054.5	5 49	12 29 36 .0	19 11	22 29	6 29
14	M	055.5	5 47	12 29 20 .6	19 12	23 35	7 03
15	G	056.5	5 45	12 29 05 .6	19 13	—	7 46
16	V	057.5	5 43	12 28 51 .0	19 14	0 35	8 40
17	S	058.5	5 42	12 28 36 .7	19 16	1 27	9 45
18	**D**	059.5	5 40	12 28 22 .8	19 17	2 09	10 58
19	L	060.5	5 38	12 28 09 .3	19 18	2 42	12 15
20	M	061.5	5 37	12 27 56 .3	19 19	3 10	13 34
21	M	062.5	5 35	12 27 43 .6	19 21	3 34	14 54
22	G	063.5	5 33	12 27 31 .5	19 22	3 56	16 14
23	V	064.5	5 32	12 27 19 .8	19 23	4 17	17 36
24	S	065.5	5 30	12 27 08 .5	19 24	4 41	18 59
25	**D**	066.5	5 28	12 26 57 .8	19 26	5 08	20 23
26	L	067.5	5 27	12 26 47 .5	19 27	5 40	21 44
27	M	068.5	5 25	12 26 37 .6	19 28	6 22	22 59
28	M	069.5	5 24	12 26 28 .3	19 29	7 13	—
29	G	070.5	5 22	12 26 19 .5	19 31	8 14	0 01
30	V	071.5	5 20	12 26 11 .2	19 32	9 21	0 50

Fasi lunari { **P. Q.** il 2 a 16^h46^m — **L. P.** il 10 a 21^h11^m
U. Q. il 18 a 13^h59^m — **L. N.** il 25 a 05^h02^m

Luna apogea l'8 a 09^h; perigea il 23 a 19^h.
Il crepuscolo civile dura circa 32^m all'inizio e 34^m alla fine del mese.

MAGGIO

Data		G. G. 2441...	SOLE			LUNA	
			sorge	culmina	tramonta	sorge	tramonta
1	S	072.5	5h19m	12h26m03s.4	19h33m	10h30m	1h27m
2	D	073.5	5 17	12 25 56 .1	19 34	11 39	1 56
3	L	074.5	5 16	12 25 49 .3	19 36	12 45	2 18
4	M	075.5	5 15	12 25 43 .1	19 37	13 49	2 38
5	M	076.5	5 13	12 25 37 .3	19 38	14 51	2 55
6	G	077.5	5 12	12 25 32 .2	19 39	15 54	3 11
7	V	078.5	5 10	12 25 27 .6	19 41	16 57	3 28
8	S	079.5	5 09	12 25 23 .5	19 42	18 03	3 46
9	D	080.5	5 08	12 25 20 .0	19 43	19 10	4 07
10	L	081.5	5 06	12 25 17 .1	19 44	20 19	4 32
11	M	082.5	5 05	12 25 14 .7	19 45	21 26	5 04
12	M	083.5	5 04	12 25 12 .9	19 47	22 29	5 45
13	G	084.5	5 03	12 25 11 .7	19 48	23 23	6 36
14	V	085.5	5 01	12 25 11 .1	19 49	—	7 38
15	S	086.5	5 00	12 25 11 .1	19 50	0 08	8 49
16	D	087.5	4 59	12 25 11 .6	19 51	0 44	10 05
17	L	088.5	4 58	12 25 12 .8	19 52	1 13	11 22
18	M	089.5	4 57	12 25 14 .5	19 53	1 37	12 39
19	M	090.5	4 56	12 25 16 .8	19 55	1 59	13 56
20	G	091.5	4 55	12 25 19 .7	19 56	2 20	15 14
21	V	092.5	4 54	12 25 23 .1	19 57	2 42	16 34
22	S	093.5	4 53	12 25 27 .1	19 58	3 06	17 55
23	D	094.5	4 52	12 25 31 .6	19 59	3 36	19 17
24	L	095.5	4 51	12 25 36 .7	20 00	4 12	20 35
25	M	096.5	4 50	12 25 42 .2	20 01	4 59	21 43
26	M	097.5	4 50	12 25 48 .3	20 02	5 56	22 39
27	G	098.5	4 49	12 25 54 .8	20 03	7 02	23 22
28	V	099.5	4 48	12 26 01 .8	20 04	8 13	23 54
29	S	100.5	4 47	12 26 09 .3	20 05	9 23	—
30	D	101.5	4 47	12 26 17 .2	20 06	10 31	0 20
31	L	102.5	4 46	12 26 25 .5	20 07	11 37	0 41

Fasi lunari { **P. Q.** il 2 a 08h35m — **L. P.** il 10 a 12h24m
U. Q. il 17 a 21h16m — **L. N.** il 24 a 13h32m

Luna apogea il 5 a 22h; perigea il 21 a 18h.
Il crepuscolo civile dura circa 34m all'inizio e 37m alla fine del mese.

GIUGNO

Data		G. G. 2441...	SOLE			LUNA	
			sorge	culmina	tramonta	sorge	tramonta
1	M	103.5	4^h45^m	$12^h26^m34^s.2$	20^h08^m	12^h40^m	0^h59^m
2	M	104.5	4 45	12 26 43 .3	20 08	13 43	1 16
3	G	105.5	4 44	12 26 52 .7	20 09	14 46	1 33
4	V	106.5	4 44	12 27 02 .5	20 10	15 50	1 50
5	S	107.5	4 43	12 27 12 .7	20 11	16 56	2 10
6	**D**	108.5	4 43	12 27 23 .2	20 12	18 05	2 34
7	L	109.5	4 43	12 27 34 .0	20 12	19 13	3 03
8	M	110.5	4 42	12 27 45 .0	20 13	20 19	3 40
9	M	111.5	4 42	12 27 56 .4	20 14	21 17	4 29
10	G	112.5	4 42	12 28 08 .0	20 14	22 06	5 29
11	V	113.5	4 42	12 28 19 .8	20 15	22 45	6 39
12	S	114.5	4 41	12 28 31 .9	20 15	23 16	7 54
13	**D**	115.5	4 41	12 28 44 .2	20 16	23 41	9 12
14	L	116.5	4 41	12 28 56 .7	20 16	—	10 29
15	M	117.5	4 41	12 29 09 .3	20 17	0 04	11 45
16	M	118.5	4 41	12 29 22 .1	20 17	0 25	13 02
17	G	119.5	4 41	12 29 35 .0	20 18	0 46	14 19
18	V	120.5	4 41	12 29 48 .0	20 18	1 08	15 38
19	S	121.5	4 41	12 30 01 .0	20 18	1 35	16 57
20	**D**	122.5	4 41	12 30 14 .2	20 19	2 08	18 15
21	L	123.5	4 42	12 30 27 .3	20 19	2 49	19 27
22	M	124.5	4 42	12 30 40 .4	20 19	3 42	20 27
23	M	125.5	4 42	12 30 53 .5	20 19	4 44	21 15
24	G	126.5	4 42	12 31 06 .5	20 20	5 53	21 52
25	V	127.5	4 43	12 31 19 .5	20 20	7 04	22 21
26	S	128.5	4 43	12 31 32 .3	20 20	8 14	22 43
27	**D**	129.5	4 43	12 31 44 .9	20 20	9 22	23 03
28	L	130.5	4 44	12 31 57 .4	20 20	10 27	23 20
29	M	131.5	4 44	12 32 09 .7	20 20	11 30	23 37
30	M	132.5	4 45	12 32 21 .8	20 20	12 33	23 54

Fasi lunari
- **P. Q.** il 1° a 01^h43^m
- **U. Q.** il 16 a 02^h25^m
- **P. Q.** il 30 a 19^h12^m
- **L. P.** il 9 a 01^h04^m
- **L. N.** il 22 a 22^h58^m

Luna apogea il 2 a 15^h e il 30 a 10^h; perigea il 17 a 11^h.
Il sole entra nel segno del Cancro il 22 a 02^h20^m (inizio dell'estate).
Il crepuscolo civile dura circa 37^m all'inizio e 36^m alla fine del mese.

LUGLIO

Data		G. G. 2441...	SOLE			LUNA	
			sorge	culmina	tramonta	sorge	tramonta
1	G	133.5	4^h45^m	$12^h32^m33^s.6$	20^h19^m	13^h36^m	—
2	V	134.5	4 46	12 32 45 .1	20 19	14 41	0^h13^m
3	S	135.5	4 47	12 32 56 .4	20 19	15 48	0 34
4	D	136.5	4 47	12 33 07 .4	20 19	16 57	1 01
5	L	137.5	4 48	12 33 18 .0	20 19	18 04	1 35
6	M	138.5	4 48	12 33 28 .3	20 18	19 06	2 18
7	M	139.5	4 49	12 33 38 .2	20 18	19 59	3 14
8	G	140.5	4 50	12 33 47 .8	20 17	20 42	4 21
9	V	141.5	4 51	12 33 57 .0	20 17	21 17	5 37
10	S	142.5	4 51	12 34 05 .7	20 17	21 45	6 57
11	D	143.5	4 52	12 34 14 .1	20 16	22 08	8 16
12	L	144.5	4 53	12 34 22 .0	20 15	22 30	9 34
13	M	145.5	4 54	12 34 29 .5	20 15	22 51	10 52
14	M	146.5	4 55	12 34 36 .6	20 14	23 13	12 09
15	G	147.5	4 56	12 34 43 .2	20 14	23 38	13 27
16	V	148.5	4 57	12 34 49 .3	20 13	—	14 45
17	S	149.5	4 58	12 34 54 .9	20 12	0 08	16 03
18	D	150.5	4 58	12 35 00 .0	20 11	0 46	17 15
19	L	151.5	4 59	12 35 04 .6	20 11	1 33	18 19
20	M	152.5	5 00	12 35 08 .7	20 10	2 31	19 10
21	M	153.5	5 01	12 35 12 .2	20 09	3 37	19 51
22	G	154.5	5 02	12 35 15 .2	20 08	4 48	20 22
23	V	155.5	5 03	12 35 17 .6	20 07	5 58	20 46
24	S	156.5	5 05	12 35 19 .4	20 06	7 07	21 07
25	D	157.5	5 06	12 35 20 .6	20 05	8 13	21 25
26	L	158.5	5 07	12 35 21 .3	20 04	9 17	21 42
27	M	159.5	5 08	12 35 21 .2	20 03	10 20	21 58
28	M	160.5	5 09	12 35 20 .7	20 02	11 23	22 16
29	G	161.5	5 10	12 35 19 .4	20 01	12 27	22 36
30	V	162.5	5 11	12 35 17 .6	19 59	13 32	23 00
31	S	163.5	5 12	12 35 15 .1	19 58	14 40	23 30

Fasi lunari { **L. P.** l'8 a 11^h37^m **U. Q.** il 15 a 06^h47^m
L. N. il 22 a 10^h16^m **P. Q.** il 30 a 12^h08^m

Terra all'afelio il 4 Luglio.
Luna apogea il 28 a 04^h; perigea il 12 a 16^h.
Il crepuscolo civile dura circa 36^m all'inizio e 34^m alla fine del mese.

AGOSTO

Data		G. G. 2441...	SOLE			LUNA	
			sorge	culmina	tramonta	sorge	tramonta
1	D	164.5	5h13m	12h35m12s.0	19h57m	15h47m	—
2	L	165.5	5 14	12 35 08 .3	19 56	16 50	0h09m
3	M	166.5	5 16	12 35 04 .0	19 54	17 48	0 58
4	M	167.5	5 17	12 34 59 .1	19 53	18 35	2 00
5	G	168.5	5 18	12 34 53 .5	19 52	19 14	3 12
6	V	169.5	5 19	12 34 47 .3	19 50	19 45	4 31
7	S	170.5	5 20	12 34 40 .5	19 49	20 11	5 53
8	D	171.5	5 21	12 34 33 .2	19 48	20 33	7 14
9	L	172.5	5 23	12 34 25 .2	19 46	20 55	8 34
10	M	173.5	5 24	12 34 16 .7	19 45	21 17	9 54
11	M	174.5	5 25	12 34 07 .7	19 43	21 42	11 14
12	G	175.5	5 26	12 33 58 .1	19 42	22 11	12 34
13	V	176.5	5 27	12 33 47 .9	19 40	22 46	13 53
14	S	177.5	5 29	12 33 37 .2	19 39	23 30	15 07
15	D	178.5	5 30	12 33 26 .0	19 37	—	16 13
16	L	179.5	5 31	12 33 14 .3	19 36	0 24	17 08
17	M	180.5	5 32	12 33 02 .0	19 34	1 27	17 51
18	M	181.5	5 33	12 32 49 .3	19 32	2 36	18 24
19	G	182.5	5 34	12 32 36 .0	19 31	3 45	18 51
20	V	183.5	5 36	12 32 22 .3	19 29	4 54	19 12
21	S	184.5	5 37	12 32 08 .1	19 27	6 01	19 31
22	D	185.5	5 38	12 31 53 .4	19 26	7 06	19 48
23	L	186.5	5 39	12 31 38 .3	19 24	8 09	20 05
24	M	187.5	5 40	12 31 22 .7	19 22	9 12	20 22
25	M	188.5	5 42	12 31 06 .6	19 21	10 15	20 41
26	G	189.5	5 43	12 30 50 .2	19 19	11 20	21 03
27	V	190.5	5 44	12 30 33 .3	19 17	12 25	21 30
28	S	191.5	5 45	12 30 16 .0	19 15	13 31	22 04
29	D	192.5	5 46	12 29 58 .4	19 13	14 35	22 47
30	L	193.5	5 48	12 29 40 .4	19 12	15 34	23 42
31	M	194.5	5 49	12 29 22 .0	19 10	16 25	—

Fasi lunari { **L. P.** il 6 a 20h43m — **U. Q.** il 13 a 11h56m
L. N. il 20 a 23h54m — **P. Q.** il 29 a 03h57m

Luna apogea il 24 a 21h; perigea il 9 a 02h.
Il crepuscolo civile dura circa 34m all'inizio e 30m alla fine del mese.

SETTEMBRE

Data		G. G. 2441...	SOLE sorge	SOLE culmina	SOLE tramonta	LUNA sorge	LUNA tramonta
1	M	195.5	5^h50^m	$12^h29^m03^s.3$	19^h08^m	17^h08^m	0^h48^m
2	G	196.5	5 51	12 28 44 .2	19 06	17 42	2 03
3	V	197.5	5 52	12 28 24 .9	19 04	18 10	3 23
4	S	198.5	5 54	12 28 05 .3	19 03	18 34	4 45
5	**D**	199.5	5 55	12 27 45 .4	19 01	18 57	6 07
6	L	200.5	5 56	12 27 25 .3	18 59	19 20	7 29
7	M	201.5	5 57	12 27 05 .0	18 57	19 44	8 52
8	M	202.5	5 58	12 26 44 .5	18 55	20 12	10 14
9	G	203.5	6 00	12 26 23 .9	18 53	20 46	11 37
10	V	204.5	6 01	12 26 03 .1	18 51	21 28	12 55
11	S	205.5	6 02	12 25 42 .1	18 49	22 20	14 06
12	**D**	206.5	6 03	12 25 21 .1	18 48	23 20	15 04
13	L	207.5	6 04	12 25 00 .0	18 46	—	15 51
14	M	208.5	6 06	12 24 38 .8	18 44	0 27	16 27
15	M	209.5	6 07	12 24 17 .5	18 42	1 37	16 55
16	G	210.5	6 08	12 23 56 .3	18 40	2 45	17 18
17	V	211.5	6 09	12 23 35 .0	18 38	3 52	17 37
18	S	212.5	6 10	12 23 13 .7	18 36	4 56	17 55
19	**D**	213.5	6 12	12 22 52 .4	18 34	6 00	18 12
20	L	214.5	6 13	12 22 31 .2	18 32	7 03	18 29
21	M	215.5	6 14	12 22 10 .0	18 30	8 06	18 47
22	M	216.5	6 15	12 21 48 .9	18 28	9 10	19 08
23	G	217.5	6 16	12 21 27 .8	18 27	10 15	19 33
24	V	218.5	6 18	12 21 06 .9	18 25	11 20	20 04
25	S	219.5	6 19	12 20 46 .1	18 23	12 24	20 44
26	**D**	220.5	6 20	12 20 25 .5	18 21	13 24	21 33
27	L	221.5	6 21	12 20 05 .0	18 19	14 17	22 32
28	M	222.5	6 22	12 19 44 .7	18 17	15 01	23 41
29	M	223.5	6 24	12 19 24 .5	18 15	15 38	—
30	G	224.5	6 25	12 19 04 .7	18 13	16 08	0 57

Fasi lunari { **L. P.** il 5 a 05^h03^m — **U. Q.** l'11 a 19^h24^m
L. N. il 19 a 15^h43^m — **P. Q.** il 27 a 18^h18^m

Luna apogea il 21 a 07^h; perigea il 6 a 06^h.
Il sole entra nel segno della Bilancia il 23 a 17^h45^m (inizio dell'autunno).
Il crepuscolo civile dura circa 30^m all'inizio e 29^m alla fine del mese.

OTTOBRE

Data		G. G. 2441...	SOLE			LUNA	
			sorge	culmina	tramonta	sorge	tramonta
1	V	225.5	6^h26^m	$12^h18^m45^s.0$	18^h11^m	16^h33^m	2^h16^m
2	S	226.5	6 27	12 18 25 .7	18 09	16 57	3 36
3	**D**	227.5	6 29	12 18 06 .6	18 08	17 19	4 57
4	L	228.5	6 30	12 17 47 .8	18 06	17 43	6 20
5	M	229.5	6 31	12 17 29 .4	18 04	18 10	7 44
6	M	230.5	6 32	12 17 11 .3	18 02	18 42	9 09
7	G	231.5	6 34	12 16 53 .6	18 00	19 22	10 32
8	V	232.5	6 35	12 16 36 .4	17 58	20 12	11 49
9	S	233.5	6 36	12 16 19 .5	17 56	21 11	12 55
10	**D**	234.5	6 37	12 16 03 .2	17 55	22 18	13 47
11	L	235.5	6 39	12 15 47 .3	17 53	23 27	14 28
12	M	236.5	6 40	12 15 31 .9	17 51	—	14 28
13	M	237.5	6 41	12 15 17 .0	17 49	0 37	15 23
14	G	238.5	6 42	12 15 02 .6	17 47	1 44	15 43
15	V	239.5	6 44	12 14 48 .8	17 46	2 49	16 02
16	S	240.5	6 45	12 14 35 .6	17 44	3 52	16 19
17	**D**	241.5	6 46	12 14 22 .9	17 42	4 55	16 36
18	L	242.5	6 48	12 14 10 .8	17 40	5 58	16 54
19	M	243.5	6 49	12 13 59 .4	17 39	7 01	17 14
20	M	244.5	6 50	12 13 48 .5	17 37	8 06	17 38
21	G	245.5	6 52	12 13 38 .1	17 35	9 11	18 07
22	V	246.5	6 53	12 13 28 .7	17 34	10 16	18 44
23	S	247.5	6 54	12 13 19 .8	17 32	11 17	19 30
24	**D**	248.5	6 56	12 13 11 .6	17 31	12 11	20 25
25	L	249.5	6 57	12 13 04 .1	17 29	12 58	21 30
26	M	250.5	6 58	12 12 57 .2	17 27	13 36	22 40
27	M	251.5	7 00	12 12 51 .1	17 26	14 07	23 55
28	G	252.5	7 01	12 12 45 .6	17 24	14 33	—
29	V	253.5	7 02	12 12 40 .9	17 23	14 57	1 12
30	S	254.5	7 04	12 12 37 .0	17 21	15 19	2 29
31	**D**	255.5	7 05	12 12 33 .8	17 20	15 42	3 49

Fasi lunari { **L. P.** il 4 a 13^h20^m **U. Q.** l'11 a 06^h30^m
L. N. il 19 a 09^h00^m **P. Q.** il 27 a 06^h55^m

Luna apogea il 18 a 09^h; perigea il 4 a 16^h.
Il crepuscolo civile dura circa 29^m all'inizio e 30^m alla fine del mese.

NOVEMBRE

Data		G. G. 2441...	SOLE			LUNA	
			sorge	culmina	tramonta	sorge	tramonta
1	L	256.5	7^h07^m	$12^h12^m31^s.4$	17^h18^m	16^h07^m	5^h10^m
2	M	257.5	7 08	12 12 29 .8	17 17	16 36	6 35
3	M	258.5	7 09	12 12 28 .9	17 16	17 12	8 00
4	G	259.5	7 11	12 12 28 .9	17 14	17 59	9 22
5	V	260.5	7 12	12 12 29 .7	17 13	18 56	10 36
6	S	261.5	7 14	12 12 31 .4	17 11	20 02	11 36
7	**D**	262.5	7 15	12 12 33 .9	17 10	21 13	12 23
8	L	263.5	7 16	12 12 37 .2	17 09	22 24	12 58
9	M	264.5	7 18	12 12 41 .4	17 08	23 34	13 26
10	M	265.5	7 19	12 12 46 .5	17 06	—	13 48
11	G	266.5	7 20	12 12 52 .5	17 05	0 40	14 07
12	V	267.5	7 22	12 12 59 .3	17 04	1 44	14 24
13	S	268.5	7 23	12 13 06 .9	17 03	2 47	14 42
14	**D**	269.5	7 25	12 13 15 .5	17 02	3 49	14 59
15	L	270.5	7 26	12 13 24 .9	17 01	4 52	15 19
16	M	271.5	7 27	12 13 35 .2	17 00	5 57	15 42
17	M	272.5	7 29	12 13 46 .3	16 59	7 02	16 10
18	G	273.5	7 30	12 13 58 .2	16 58	8 07	16 45
19	V	274.5	7 31	12 14 11 .0	16 57	9 10	17 28
20	S	275.5	7 33	12 14 24 .6	16 56	10 07	18 21
21	**D**	276.5	7 34	12 14 39 .0	16 55	10 56	19 23
22	L	277.5	7 35	12 14 54 .2	16 55	11 36	20 32
23	M	278.5	7 37	12 15 10 .2	16 54	12 09	21 44
24	M	279.5	7 38	12 15 27 .0	16 53	12 36	22 58
25	G	280.5	7 39	12 15 44 .5	16 52	12 59	—
26	V	281.5	7 40	12 16 02 .8	16 52	13 21	0 13
27	S	282.5	7 42	12 16 21 .7	16 51	13 43	1 29
28	**D**	283.5	7 43	12 16 41 .4	16 51	14 06	2 46
29	L	284.5	7 44	12 17 01 .8	16 50	14 32	4 06
30	M	285.5	7 45	12 17 22 .9	16 50	15 04	5 28

Fasi lunari
- **L. P.** il 2 a 22^h20^m — **U. Q.** il 9 a 21^h52^m
- **L. N.** il 18 a 02^h46^m — **P. Q.** il 25 a 17^h37^m

Luna apogea il 14 a 16^h; perigea il 30 a 12^h.
Il crepuscolo civile dura circa 30^m all'inizio e 32^m alla fine del mese.

DICEMBRE

Data		G. G. 2441...	SOLE			LUNA	
			sorge	culmina	tramonta	sorge	tramonta
1	M	286.5	7h47m	12h17m44s.6	16h49m	15h45m	6h51m
2	G	287.5	7 48	12 18 07 .0	16 49	16 36	8 09
3	V	288.5	7 49	12 18 30 .0	16 49	17 39	9 17
4	S	289.5	7 50	12 18 53 .6	16 48	18 50	10 12
5	**D**	290.5	7 51	12 19 17 .8	16 48	20 04	10 53
6	L	291.5	7 52	12 19 42 .6	16 48	21 16	11 25
7	M	292.5	7 53	12 20 08 .0	16 48	22 26	11 50
8	M	293.5	7 54	12 20 33 .9	16 47	23 32	12 10
9	G	294.5	7 55	12 21 00 .3	16 47	—	12 29
10	V	295.5	7 56	12 21 27 .1	16 47	0 36	12 46
11	S	296.5	7 57	12 21 54 .5	16 47	1 39	13 04
12	**D**	297.5	7 58	12 22 22 .2	16 47	2 41	13 23
13	L	298.5	7 59	12 22 50 .3	16 47	3 45	13 45
14	M	299.5	7 59	12 23 18 .7	16 48	4 50	14 10
15	M	300.5	8 00	12 23 47 .5	16 48	5 56	14 43
16	G	301.5	8 01	12 24 16 .6	16 48	7 00	15 23
17	V	302.5	8 02	12 24 45 .9	16 48	8 00	16 14
18	S	303.5	8 02	12 25 15 .4	16 49	8 52	17 14
19	**D**	304.5	8 03	12 25 45 .1	16 49	9 36	18 23
20	L	305.5	8 04	12 26 14 .9	16 49	10 11	19 35
21	M	306.5	8 04	12 26 44 .8	16 50	10 40	20 49
22	M	307.5	8 05	12 27 14 .7	16 50	11 04	22 04
23	G	308.5	8 05	12 27 44 .7	16 51	11 26	23 18
24	V	309.5	8 06	12 28 14 .6	16 51	11 47	—
25	S	310.5	8 06	12 28 44 .5	16 52	12 09	0 33
26	**D**	311.5	8 06	12 29 14 .3	16 52	12 33	1 50
27	L	312.5	8 07	12 29 44 .0	16 53	13 01	3 08
28	M	313.5	8 07	12 30 13 .5	16 54	13 37	4 28
29	M	314.5	8 07	12 30 42 .9	16 55	14 22	5 47
30	G	315.5	8 07	12 31 12 .0	16 55	15 19	6 58
31	V	316.5	8 08	12 31 40 .9	16 56	16 26	7 58

Fasi lunari
- **L. P.** il 2 a 08h49m — **U. Q.** il 9 a 20h03m
- **L. N.** il 17 a 20h03m — **P. Q.** il 25 a 02h36m
- **L. P.** il 31 a 21h20m

Luna apogea il 12 a 08h; perigea il 28 a 06h.
Il sole entra nel segno del Capricorno il 22 a 13h24m (inizio dell'inverno).
Il crepuscolo civile dura circa 32m all'inizio e 33m alla fine del mese.

I pianeti nel 1971

Come è noto, l'osservazione dei pianeti interni, Mercurio e Venere, è condizionata dalla circostanza che essi, prospetticamente, non si allontanano mai molto dal sole. L'angolo geocentrico di cui si separano dal sole, e cioè l'elongazione, raggiunge al massimo i 28° nel caso di Mercurio e 47° nel caso di Venere. Se il pianeta si trova ad Est del sole, sarà visibile di prima sera; se si trova ad Ovest, poco prima dell'alba.

Come al solito, la Tabella I riporta le epoche di massima elongazione Ovest ed Est di *Mercurio*, coi diametri apparenti (in secondi di arco) e le magnitudini relativi a tali epoche, ricordando che le ore date in questo Annuario sono in Tempo Medio dell'Europa Centrale (TMEC).

TABELLA I
Massime elongazioni di Mercurio

Ovest (mattutino)				Est (serotino)			
Data	Elong.	Diam.	Magn.	Data	Elong.	Diam.	Magn.
Gen 19 a 05^h	24°	6",6	$0^m.0$	Apr 1 a 06^h	19°	7",5	$+0^m.2$
Mag 17 a 18^h	26	8 ,2	+0 .8	Lug 29 a 23^h	27	7 ,6	+0 .6
Set 12 a 06^h	18	7 ,2	0 .0	Nov 23 a 19^h	22	6 ,5	—0 .1

Le condizioni di migliore visibilità si realizzano più o meno alle epoche di massima elongazione, a parte un fattore che dipende dalla maggiore o minore inclinazione fra il piano dell'eclittica, su cui si contano le elongazioni, e l'orizzonte. Prescindendo da queste circostanze, le date della maggiore luminosità per Mercurio saranno nel 1971 le seguenti: 11 Marzo (magnitudine $-1^m.5$), 21 Giugno ($-1^m.8$), 3 Ottobre ($-1^m.2$). Ricordiamo che una stella di magnitudine 0^m produce un illuminamento pari a $2{,}1 \times 10^{-6}$ lux e che una *differenza* di 1 magnitudine indica un *rapporto* di illuminamento uguale a 2,512, a favore della stella di magnitudine più piccola.

Venere sarà alla massima elongazione Ovest (mattutina) il 20 Gennaio, con 47° di separazione angolare dal sole. A quell'epoca avrà ancora più o meno la massima luminosità, raggiunta alla fine del 1970 (magnitudine —$4^m.3$, corrispondente a circa 10^{-4} lux = una sorgente di 1 candela posta a 100 metri di distanza). Venere andrà poi avvicinandosi prospetticamente al sole e allontanandosi dalla Terra, fino a trovarsi in congiunzione superiore (allineamento Terra-Sole-Venere) il 24 Agosto. Ricomparirà come astro serotino sul finire dell'anno, ma soltanto nel 1972 raggiungerà il massimo splendore.

Alcuni dati relativi a questo pianeta, per l'inizio di ogni mese e per il 1° Gennaio 1972, sono riportati — come al solito — nella Tabella II. La variazione del diametro, così come nel caso di Mercurio, è dovuta unicamente alla variazione di distanza dalla Terra nel corso dell'anno. Nella colonna « Transito » è indicato l'intervallo di tempo che intercorre fra il passaggio al meridiano di Venere e quello del sole. Il segno + corrisponde alla visibilità serotina; il segno — alla visibilità mattutina.

TABELLA II
Dati per l'osservazione di Venere

Data	Diam.	Magn.	Transito	Data	Diam.	Magn.	Transito
Gen	32".1	—4^m.3	—3^h10^m	Lug	10".2	—3^m.3	—1^h08^m
Feb	22 .2	—4 .0	3 17	Ago	9 .8	—3 .4	—0 29
Mar	17 .4	—3 .7	2 53	Set	9 .7	—3 .5	+0 07
Apr	14 .2	—3 .5	2 18	Ott	9 .9	—3 .4	0 36
Mag	12 .3	—3 .4	1 55	Nov	10 .4	—3 .3	1 09
Giu	11 .0	—3 .3	—1 36	Dic	11 .2	—3 .3	1 45
				Gen 72	12 .4	—3 .4	2 14

Il 1971 sarà un anno molto importante per l'osservazione di *Marte*, che sarà all'opposizione (allineamento Sole-Terra-Marte) il 10 Agosto e alla minima distanza due giorni dopo, con un diametro apparente di 24",9 e una distanza di 56,2 milioni di km, un valore molto vicino al minimo assoluto realizzabile, tenuto conto della forma delle due orbite (di Marte e della Terra) e dell'angolo fra i loro assi maggiori. Si tratta dunque di una « grande opposizione », cioè di un evento particolarmente favorevole. Sebbene non molto

alto sull'orizzonte, dato che si troverà oltre 22° sotto l'equatore celeste (come il sole a metà Dicembre), Marte sarà comunque in quell'epoca l'astro di gran lunga più brillante del cielo, con una magnitudine —2^m.6. Più fortunati — come sempre — per osservarlo gli astronomi dell'emisfero australe, anche se — ormai — le sonde spaziali ci hanno inviato dei « primi piani » della superficie di Marte così ricchi di informazioni che mai sarebbe stato possibile coi telescopi tradizionali di ottenerne di uguali.

Le circostanze di osservazione di *Giove*, come si è detto anche nel precedente Annuario, ritardano ogni anno di circa un mese rispetto all'anno precedente, e questo perché il periodo di rivoluzione di Giove è quasi esattamente di 12 anni. L'opposizione (allineamento Sole-Terra-Giove) si avrà il 23 Maggio e la minima distanza due giorni dopo, come risulta anche dalla Tabella III, che contiene i dati analoghi anche per gli altri pianeti esterni ed alcuni pianetini. Giove sarà dunque visibile praticamente per tutta la notte da Aprile a Luglio, mentre le migliori condizioni di osservabilità per *Saturno* si avranno negli ultimi mesi dell'anno (e anche all'inizio del 1972). Oltre alla minima distanza, ci sarà in quell'epoca il vantaggio che il pianeta si troverà molto a Nord dell'equatore celeste (più o meno il sole a fine Luglio) e quindi brillerà molto alto sopra le nostre teste, come una stella di magnitudine —0^m.2.

TABELLA III

Dati concernenti i pianeti esterni e alcuni pianetini all'epoca dell'opposizione

Pianeta	Data	Dist. min. in u.a. e data	Magn.	Diametro
Marte	Agosto 10	0.3757 (Ago 12)	— 2^m.6	24".9
Vesta	Luglio 24	1.1911 (Lug 19)	+ 6 .3	——
Pallade	Novembre 26	1.6012 (Nov 25)	+ 7 .9	——
Giove	Maggio 23	4.3518 (Mag 25)	— 2 .1	45".26-42".24
Saturno	Novembre 26	8.0879 (Nov 26)	— 0 .2	20 .61-18 .44
Urano	Aprile 1	17.342 (Apr 3)	+ 5 .7	3".96
Nettuno	Maggio 23	29.308 (Mag 24)	+ 7 .7	2 .50
Plutone	Marzo 19	30.492 (Mar 22)	+15	——

Note: Né Cerere, né Giunone saranno mai all'opposizione durante il 1971. Per Giove e per Saturno sono dati il diametro equatoriale e quello polare. Si noti la strana coincidenza della simultanea opposizione di Nettuno e di Giove, nonché di Saturno e di Pallade.

Le condizioni di osservabilità di *Urano*, *Nettuno* e di *Plutone* non cambieranno gran che rispetto all'anno precedente, data la piccolezza dei loro spostamenti rispetto alle stelle (un anno è una frazione ben piccola del loro periodo di rivoluzione!). Così Urano e Plutone saranno osservabili in primavera, da Marzo a Maggio, e Nettuno un paio di mesi dopo. Plutone continua la sua marcia di avvicinamento al sole e fra pochi anni « entrerà », con la sua orbita, dentro l'orbita di Nettuno. Le distanze minime quest'anno saranno rispettivamente 30.49 e 29.31 unità astronomiche (ricordiamo che 1 u.a. è uguale a 149 600 000 km).

Eclissi e occultazioni

Durante il 1971 si avranno cinque eclissi, due di luna e tre di sole.

Il 10 Febbraio si avrà un'*eclisse totale di luna*, visibile in Europa soltanto nelle sue primissime fasi. È un peccato, perché si tratta di un evento piuttosto importante, dato che il cono d'ombra proiettato dalla Terra sarà 1,3 volte il diametro della luna.

Il 25 Febbraio, cioè al novilunio successivo, si avrà un'*eclisse parziale di sole*, osservabile nelle regioni più boreali del nostro pianeta (Groenlandia, Islanda) ed anche — molto limitatamente — a Torino.

Sfortunate per noi anche le circostanze dell'*eclisse parziale di sole* del 22 Luglio. Del resto, in questa occasione, la luna intaccherà appena il bordo del sole.

Al plenilunio successivo e cioè il 6 Agosto, si avrà un'*eclisse totale di luna*, ancora più importante di quella del 10 Febbraio, in quanto che — questa volta — il cono d'ombra terrestre sarà ben 1,7 volte il diametro della luna. Il fenomeno sarà visibile in Europa soltanto nelle sue ultime fasi, perché la luna sorgerà, già eclissata totalmente, alle 19^h e 45^m (nel caso di Torino). Tuttavia, la fase totale dell'eclisse durerà fino alle 21^h e 34^m e ci sarà tempo quindi per ammirare un fenomeno non troppo consueto.

Ancora mezza lunazione dopo, e cioè il 20-21 Agosto, ci sarà un'*eclisse parziale di sole*, visibile questa soltanto nell'Antartico.

Nel corso dell'anno la luna occulterà più volte *Antares* e *Regolo* e può darsi che si approfitti dell'occasione per una migliore misurazione del diametro angolare di Antares, una delle più grosse stelle che si conoscano. Anche *Venere* sarà occultata due volte (il 24 Marzo e il 20 Dicembre) e una volta *Mercurio* (il 24 Luglio); ma purtroppo nessuno di questi fenomeni sarà osservabile in Europa.

Attività dell'Osservatorio

Come al solito, la presente relazione si riferisce al periodo 1° Novembre 1969 - 31 Ottobre 1970 e si ricollega al rapporto precedente, stampato nell'Annuario 1970.

1. - PERSONALE

Iniziavamo l'anno scorso questa parte della nostra relazione citando il caso del tecnico S. GALLIANO, il quale — dal Maggio 1967 — non aveva ancora ricevuto, al 31 Ottobre 1969, alcuno stipendio. Ebbene, si è verificato quanto purtroppo temuto, e cioè egli ha lasciato il servizio, il 10 Gennaio 1970, con notevole danno per l'Osservatorio, che aveva provveduto le attrezzature per il suo lavoro. Per altri motivi hanno lasciato il servizio i sigg. Luigi FRUA, custode (4 Gennaio 1970), Luigi MARCHETTI, tecnico coadiutore incaricato (15 Gennaio 1970), la dott.ssa Teresita TAMBURINI JOB, astronomo (30 Settembre 1970).

D'altra parte, sono stati proposti al Ministero della Pubblica Istruzione per l'assunzione i dottori Sergio VAGHI (1 Febbraio 1970), Italo CARÈ (1 Aprile 1970), Guglielma FRANCESE, Franco SCALTRITI ed Ermanno ZANONER (1 Ottobre 1970), tutti come aiuto-astronomo incaricato; i dott. Giuseppe MARAZIO (1 Febbraio 1970) e Vincenzo ZAPPALÀ (16 Aprile 1970), come tecnici laureati incaricati. Purtroppo, sia il Vaghi che lo Zappalà hanno dovuto abbandonare il servizio dopo pochi mesi, per adempiere gli obblighi di leva. Si attende ancora la nomina e l'effettiva disponibilità di un impiegato avente la qualifica di calcolatore, che dev'essere assegnato a questo Osser-

vatorio in séguito a concorso; mentre si è finalmente ottenuto il ritorno a questa sede (1 Luglio 1970) del calcolatore sig. Carlo MORANZINO, dopo 15 anni di valido e meritorio servizio nella sede di Carloforte.

Altre assunzioni sono state: i sigg. Alessandro ARESU (1 Novembre 1969) e Walter FERRERI (1 Settembre 1970), come tecnici coadiutori incaricati; la sig.na Mara MARINI (1 Febbraio 1970) e il sig. Enzo ANDERLUCCI (1 Luglio 1970), come tecnici esecutivi incaricati. Sono stati infine proposti al Ministero, per l'assunzione come custodi, i sigg. Francesco CRAPANZANO (1 Giugno 1970) e Giuseppe DI BENEDETTO (15 Luglio 1970), ambedue aventi la qualifica di « orfani di guerra ».

Come si vede, sia pure attraverso quelle difficoltà di cui si diceva nella precedente relazione (e cioè in primo piano l'alto livello economico della zona), la consistenza numerica del personale dell'Osservatorio va avvicinandosi alle disponibilità previste dall'organico, dopo la ripartizione dei nuovi posti concordata il 21 Luglio 1970 fra i direttori degli Osservatorî, alla presenza dei funzionari del Ministero della Pubblica Istruzione.

Fra i collaboratori esterni, la sig.na V. BOGGIONE continua a tener cura dell'amministrazione, validamente coadiuvata dagli Uffici amministrativi della locale Università, che qui sinceramente ringraziamo. La dott.ssa M. A. VOGLIOTTI coopera attivissimamente a varî lavori di ricerca, assistita per le misure dalla sig.na L. BACCHELLI. Cooperazioni saltuarie si sono avute dai sigg. PACCONE, SICCARDI, PEDRAZZANI, MIGLIORETTI, CAMINO ed altri.

2. - ATTREZZATURE

Sono cominciati, ad opera della Ditta GONNET e sotto la direzione del Genio Civile, i lavori di sopraelevazione della cupola, ov'era installato il vecchio rifrattore Merz. Desideriamo ringraziare in proposito, per il suo continuo ed efficace interessamento, il dott. PAPI, vice-assessore alle Opere Pubbliche.

Intanto le Officine Galileo hanno completato e consegnato, dopo favorevole collaudo, l'obiettivo a tre lenti di 380 mm di dia-

metro e 6,8 m di lunghezza focale, progettato a suo tempo dal prof. ing. Cesare Morais, dell'Istituto Nazionale di Ottica. Questo obiettivo, insieme col vecchio obiettivo Merz di 300 mm di apertura e 4,5 m di focale, sarà installato sulla montatura, ormai praticamente pronta, che la Ditta Marchiori ha preparato per suo conto. Il nuovo strumento sarà posto in opera nella grande cupola, non appena i lavori di sopraelevazione saranno terminati. Ad esso sarà applicato un analizzatore di immagini (*area scanner*) del tipo ideato dal Dr. Rakos dell'Osservatorio di Vienna. La sua realizzazione sarà affidata alla Ditta A. Paar di Graz (Austria).

Sono stati consegnati anche lo specchio parabolico di 450 mm e il controspecchio Cassegrain, ambedue di vetro-ceramica, lavorati con la consueta perizia dal prof. V. Marcon, il quale ha anche costruito il tubo metallico e le parti meccaniche per adattare questo nuovo strumento alla montatura, su cui era applicato il rifrattore Merz. È stato effettuato un positivo collaudo ottico ed ora si provvederà alla sopraelevazione della piccola cupola, ov'era a suo tempo il cercatore di comete Steinheil (uno strumento di valore esclusivamente storico, che abbiamo volentieri dato in uso temporaneo allo astronomo dilettante sig. Rosset di Udine), per installarvi questo nuovo riflettore, al quale — come abbiamo detto nella precedente relazione — saranno affidati còmpiti di fotometria astronomica. Può anche darsi, tuttavia, che ci sia richiesto di adibire questo telescopio a ricerche-pilota per una più approfondita valutazione della località di St. Barthélemy, in Val d'Aosta, come possibile sede dell'Osservatorio Astronomico Nazionale. Secondo quanto risulta dalle statistiche, St. Barthélemy sarebbe la località italiana col maggior numero di giorni sereni. Poiché, d'altra parte, non esistono dubbi sull'ottima trasparenza dell'atmosfera, riteniamo che St. Barthélemy sarebbe molto indicato per l'impiego del riflettore Marcon secondo quelle finalità fotometriche cui è destinato.

La revisione del cerchio meridiano di Bamberg è stata portata a termine felicemente, sotto la guida del dott. G. Cocito, con la preziosa cooperazione della Ditta *Elettrorava* di Savonera. È stato inoltre sostituito l'obiettivo originale con l'altro, Jaeger, di 152 mm di apertura e 1,5 m di focale. Adesso il prof. N. Missana, con la vali-

da collaborazione del sig. MORANZINO, sta portando avanti un programma di accurati esperimenti per un definitivo collaudo, in vista dell'auspicata cooperazione con l'Istituto Elettrotecnico Nazionale « Galileo Ferraris ».

I due dischi di silice fusa a bassissimo coefficiente di dilatazione termica forniti dalla Corning Glass Co., rispettivamente di 105 cm e di 61 cm di diametro, sono in lavorazione presso la Società R.E.O.S.C. di Ballainvilliers (Parigi) per la sagomatura del primo a forma parabolica (f/10) e del secondo a forma piana. È questo un primo passo per la costruzione del telescopio astrometrico, di cui si faceva cenno nella relazione dell'anno scorso. Sono anche in corso trattative per l'assegnazione della parte meccanica del lavoro.

Continua, anche se a ritmo piuttosto lento per la grave deficienza di personale, la costruzione del sistema semi-automatico di lettura delle coordinate, da applicare al misuratore di lastre Gaertner. Per il programma dei pianetini, è stato acquistato un misuratore di lastre a due coordinate dalla Ditta HAUSER, di Bienne (Svizzera). Per l'elaborazione dei dati (passaggio da coordinate cartesiane x, y a coordinate astronomiche α, δ) è stato acquistato un piccolo elaboratore elettronico IME-Sistema.

È stato completamente rinnovato l'impianto elettrico esterno, che adesso non è più aereo, ma tutto sotterraneo. Esso ora allaccia tutti i padiglioni e gli edifici dell'Osservatorio e comprende luce, forza, telefono e i segnali di tempo trasmessi dall'Istituto Elettrotecnico Nazionale « Galileo Ferraris ».

In tutta questa complessa e gravosa attività di rinnovamento tecnico delle attrezzature, lo scrivente è stato coadiuvato con grande abnegazione dal dott. G. COCITO, cui va la gratitudine dell'Osservatorio.

3. - ATTIVITÀ SCIENTIFICA

Il prof. N. MISSANA ha pubblicato la seconda parte della ricerca sui moti propri di variabili a lungo periodo (bibl. 54). Ha inoltre preparato il formulario e curato la programmazione per il calcolatore IBM 1620 dell'Osservatorio astronomico di Brera, ai fini della

determinazione delle coordinate (α, δ) dei pianetini osservati a Pino Torinese durante il 1968 e parte del 1969. La nota (bibl. 55) porta i nomi di F. JOB e di M. A. VOGLIOTTI, che hanno eseguito rispettivamente le fotografie e l'identificazione delle stelle di riferimento. La dott.ssa VOGLIOTTI ha anche curato la stesura finale della nota.

Il prof. MISSANA, sempre con la collaborazione della dott.ssa VOGLIOTTI, ha avviato una ricerca di stelle simbiotiche esistenti nel *Catalogo Astrofotografico*, ai fini della determinazione del loro moto proprio mediante lastre di confronto, che si potranno prendere col grande telescopio tipo Schmidt dell'Osservatorio di Asiago. Il prof. MISSANA ha anche iniziato una ricerca preliminare che consisterà nel conteggio di stelle appartenenti alla regione di N G C 2264, sulla tavola dello *Sky Atlas*, in luce rossa. Sono state infine iniziate, con la cooperazione del sig. MORANZINO, prove di determinazione visuale del tempo col cerchio meridiano di Bamberg, in preparazione all'eventuale impiego fotografico di cui si è detto nella precedente relazione o di un metodo fotoelettrico, che il dott. COCITO sta studiando.

Ritornando al programma di osservazione dei pianetini, cui si è dedicato prevalentemente, per la parte osservativa, il sig. A. DI BATTISTA, esso è stato notevolmente intensificato nel 1969 e ancor più nell'anno in corso. M. A. VOGLIOTTI e V. ZAPPALÀ hanno studiato comparativamente i vari metodi proposti da diversi autori per la determinazione delle coordinate (α, δ) da coordinate cartesiane (x, y).

La dott.ssa T. TAMBURINI JOB ha pubblicato una serie di osservazioni di stelle doppie (bibl. 52) e l'orbita preliminare della binaria visuale *Hu* 1597 (bibl. 53). La stessa dott.ssa TAMBURINI ha anche curato la sistemazione della biblioteca, dopo aver provveduto alla creazione di un archivio. Ha infine curato la preparazione di due tesi di laurea, quella di M. L. Benedetto e quella di C. Sgrò.

Altre tesi di laurea, durante il periodo della presente relazione, sono state quelle di I. Caré, S. Vaghi, L. Greco, V. Zappalà, R. Licata ed A. M. Zamboni. Per esse, lo scrivente si è valso anche della assistenza del dott. F. ROSSATI, del dott. G. COCITO e del prof. N. MISSANA, nonché della dott.ssa M. A. VOGLIOTTI.

Lo scrivente ha tenuto regolarmente il corso di Astronomia nella locale Università, validamente assistito dal dott. Rossati; ha avviato alla ricerca i giovani astronomi di recente assunzione (il dott. Carè è anche stato cortesemente ospitato all'Osservatorio di Merate); ha seguito attentamente e assiduamente i lavori in corso all'Osservatorio ai fini del rinnovamento delle attrezzature. Ha preso parte attiva al XV Congresso dell'Unione Astronomica Internazionale, tenutosi a Brighton (Inghilterra) nell'Agosto 1970. In tale occasione è stato nominato membro della Commissione n. 26 (stelle doppie) e della Commissione n. 24 (moti propri). Eletto componente del comitato organizzatore nella Commissione n. 42 (binarie fotometriche), ha presentato le prime tavole dell'*Atlante di curve di luce* binarie ad eclisse, tavole che si stanno completando sotto la guida del dott. Rossati, illustrandone le finalità (bibl. 42).

Nella sua qualità di membro della commissione per l'Osservatorio Astronomico Nazionale, lo scrivente ha pubblicato uno studio sul clima di St. Barthélemy (bibl. 40), una fra le località proposte come possibile sede dell'O. A. N. Ha anche preso contatti coi responsabili dell'analoga impresa francese, redigendo una documentata relazione sui criteri cui si deve attenere la scelta della località ove installare un grande telescopio e sulle prospettive offerte dalla regione italiana.

Lo scrivente ha partecipato (insieme coi dott. Carè, Cocito, Francese, Rossati, Scaltriti e Vogliotti, nonché col prof. Missana) al XIV Congresso della Società Astronomica Italiana, tenutosi a Milano dal 15 al 18 Ottobre 1970, tenendo una relazione su « Le stelle vicine », che sarà pubblicata negli « Atti » del Congresso stesso.

Dalla tesi di laurea di V. Zappalà, opportunamente rielaborata sotto la guida dello scrivente e del prof. Cesare Morais, vice-direttore dell'Istituto Nazionale di Ottica, si trarrà una monografia dal titolo « Caratteristiche ottiche di alcuni tipi di telescopi », che sarà la 7ª della serie.

Mario G. Fracastoro
Direttore

BIBLIOGRAFIA

« Contributi dell'Osservatorio Astronomico di Torino »:

(52) T. Tamburini Job: *Osservazioni di stelle doppie*. Mem. Soc. Astr. Italiana, **40**, p. 543 (1969).

(53) F. Job, T. Tamburini e M. A. Zaccone: *Orbita preliminare della binaria visuale Hu 1597*. Mem. Soc. Astr. It. **40**, p. 549 (1969).

(54) G. Alfieri e N. Missana: *Proper motions of long-period variable stars. II.* Mem. Soc. Astr. It. **41**, p. 151 (1970).

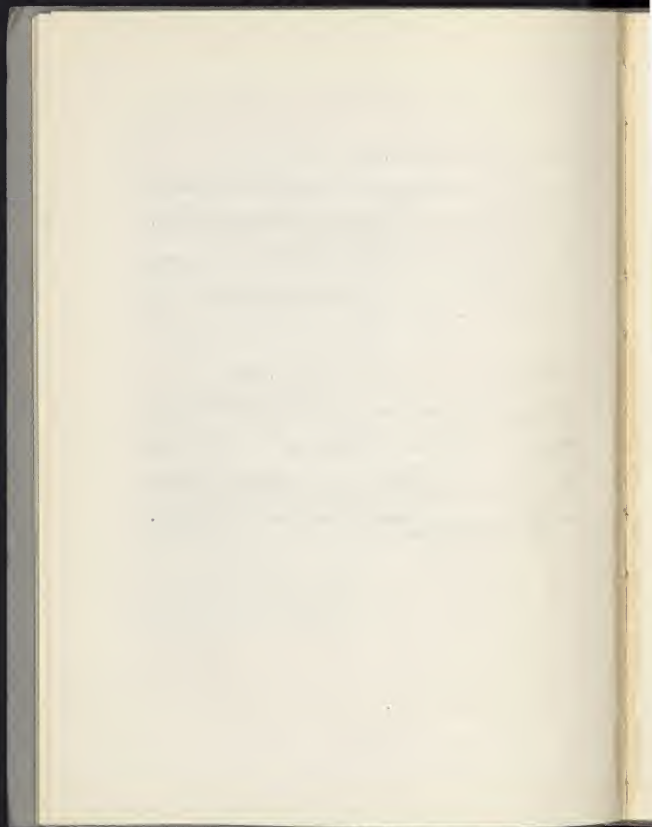
(55) F. Job e M. A. Vogliotti: *Posizioni di pianetini nel 1968*. Mem. Soc. Astr. Italiana, **41**, p. 307 (1970).

« Pubblicazioni fuori serie dell'Osservatorio astronomico di Torino »:

(39) M. G. Fracastoro: *Due Colloqui dell'U.A.I. sulle stelle binarie*. Mem. Soc. Astr. Ital. **40**, p. 593 (1969).

(40) M. G. Fracastoro: *Sul clima di St. Barthélemy*. Mem. Soc. Astr. It. **41**, p. 125 (1970).

(41) M. G. Fracastoro: *Introduction à la Physique des intérieurs stellaires* (recensione di un libro di V. Kourganoff). Mem. Soc. Astr. Ital. **41**, p. 143 (1970).

(42) M. G. Fracastoro: *Un Atlante di curve di luce di binarie ad eclisse*. Mem. Soc. Astr. Ital. **41**, p. 239 (1970).

Il modello di Gold sulle «Pulsars» e le sue conferme sperimentali

1. - Generalità sulle « Pulsars » e breve richiamo delle loro proprietà fondamentali

Nel Dicembre del 1967 furono scoperte (bibl. 1) dai radio-astronomi di Cambridge (Inghilterra) alcune sorgenti cosmiche di onde elettromagnetiche, aventi caratteristiche del tutto particolari. Questi astri emettono intense onde radio a intermittenza, per cui furono chiamati « pulsating radio sources », o più brevemente « pulsars ». Gli impulsi avvengono nel campo di frequenze fra 40 e 5000 MHz, cioè per lunghezze d'onda comprese fra 6 cm e 7,5 m. Essi sono schematicamente rappresentabili, come in figura 1, mediante treni d'onda sinusoidale, con durata variabile da 4 secondi a 50 millisecondi e periodo di ripetizione fra 1 secondo e 30 msec. Questo periodo si mantiene notevolmente costante nel tempo, per ogni singola radio-sorgente.

Ci si può domandare come mai questi oggetti non siano stati scoperti prima del 1967, dal momento che vi sono molti radiotelescopi sparsi in tutto il mondo. La risposta negativa è giustificata dai seguenti tre fatti:

a) la grande maggioranza dei radiotelescopi, fino al 1967, era costruita per le onde centimetriche e decimetriche, piuttosto che per quelle metriche (che — come abbiamo detto — sono quelle emesse dalle pulsars);

b) il segnale proveniente dalle pulsars è assai debole e occorre-

vano radiotelescopi molto potenti per raccogliere un'energia misurabile;

c) erano necessari particolari strumenti elettronici, adatti alla registrazione di un segnale rapidamente fluttuante, avente le caratteristiche predette. Di tali attrezzature diremo brevemente più avanti.

Nella fortunata contingenza del Dicembre 1967, a Cambridge era disponibile un radiotelescopio assai sensibile, che lavorava nell'intorno di 81,5 MHz ed era pure dotato di una strumentazione elettronica adeguata. Più di 40 pulsars furono poi scoperte in altri Osservatorî, ad esempio: Green Bank (Maryland, USA), Goldstone (California, USA), Owens Valley, Arecibo (Puerto Rico) e Parkes (Australia) (bibl. 2).

Sino alla fine del 1968 si riteneva che questi oggetti fossero otticamente inosservabili; ma ciò fu smentito nel Gennaio 1968, quando — nella Nebulosa del Granchio (la *Crab Nebula*), la quale rappresenta il residuo della Supernova apparsa nel 1054 — fu scoperta una pulsar che emette radiazioni ottiche, con il medesimo periodo di variabilità dell'impulso radio (bibl. 3). Come si vedrà nel séguito, questa fu una splendida conferma del modello fisico interpretativo di Gold.

Ricordiamo tuttavia alcune altre proprietà di notevole rilievo, osservate nelle pulsars. La prima riguarda la forma dei treni d'onda: quella schematizzata nella figura 1 si discosta assai, per la sua eccessiva semplicità, dalla vera forma degli impulsi radio emessi. In realtà l'ampiezza dei treni d'onda varia nel tempo (lungo la durata dell'impulso) e varia anche la frequenza dell'onda singola.

In figura 2 è mostrato l'inviluppo di un singolo treno (ottenuto rettificando ad esempio le semionde negative), avente durata Δt. Si vede che il singolo treno, o impulso, è composto di due sotto-impulsi, aventi durata Δt_1 e Δt_2 (talvolta ci sono anche tre sotto-impulsi, le cui ampiezze relative variano da pulsar a pulsar). Con strumenti elettronici più perfezionati, e cioè aumentando la risoluzione lungo l'asse dei tempi, è stato possibile analizzare anche la microstruttura di alcuni impulsi. Essa è risultata assai complicata per la

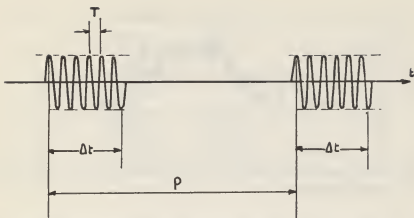



Fig. 1. Treni d'onda sinusoidali ideali. Definizioni relative. P = periodo caratteristico, Δt = durata dell'impulso, $f = \frac{1}{T}$ = frequenza d'onda del treno d'onda.

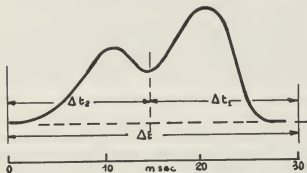



Fig. 2. Inviluppo di un singolo treno d'onde emesso da una pulsar.

sovrapposizione di brevissimi sotto-impulsi di durata inferiore a 100 microsecondi (figura 3).

Un'altra importante osservazione è quella relativa alla distanza dalla Terra: essa varia da una pulsar all'altra, in un intervallo compreso fra 100 e 1000 parsec (bibl. 4). I metodi, entrambi indiretti, con i quali è stimata la distanza delle pulsars, sono i seguenti:

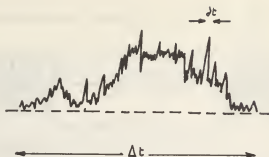



Fig. 3. Microstruttura dell'inviluppo di un singolo treno d'onda. δt è dell'ordine delle decine di μ sec.

1º Metodo: esso è basato sul fatto che osservazioni contemporanee di una stessa pulsar indicano tempi di massima emissione differenti a seconda della frequenza. Questo ritardo è attribuito all'azione di nubi di materia interstellare ionizzata, le quali produrrebbero un ritardo tanto maggiore quanto più bassa è la frequenza. Il ritardo stesso dipende poi dalla distanza della sorgente e dalla concentrazione di elettroni liberi nello spazio, la quale è generalmente assunta come costante e pari a 0,1 elettrone per cm^3.

2º Metodo: esso è basato sul fatto che il segnale emesso da una pulsar situata sul piano galattico è assorbito dall'idrogeno neutro contenuto nei bracci della galassia stessa. Conoscendo la struttura di quest'ultima, è possibile risalire alla distanza cercata. Ad esempio per la pulsar CP 0328 si è potuto osservare l'assorbimento del segnale in vicinanza della riga dell'idrogeno a 21 cm. Si è così constatato che in questo caso il segnale veniva assorbito dall'idrogeno interstellare appartenente al braccio di Orione e non da quello del braccio di Perseo. Si è potuta stimare quindi in questo caso una distanza pari a circa 800 parsec.

Proprietà di alcune pulsars

Pulsar	Periodo caratteristico P (sec)	Variazione $\frac{\Delta P}{P} \cdot 10^{15}$	Durata Δt (msec)	Distanza (parsec)
CP 0328	0,714518603	——	7	270
NP 0527	3,74549	——	190	490
NP 0532	0,03309014	$4,0 \times 10^2$	9,5	560
PSR 0833-45	0,089208296	$1,2 \times 10^2$	2	630
CP 0834	1,2737631515	$5,0 \pm 0,8$	38	128
CP 0950	0,2530650372	$0,3 \pm 0,1$	21	30
CP 1133	1,1879109795	$4,1 \pm 0,5$	43	49
CP 1919	1,337301109	$1,1 \pm 0,5$	40	125

2. - Il modello di Gold

La grandissima regolarità del periodo finora riscontrata, che corrisponde a valori dello scarto $\Delta P/P$ inferiori a 10^{-15} per alcune pulsars, ed inoltre la relativa vicinanza (decine o poche centinaia di parsec) suggeriscono alcune ipotesi di base. Il fenomeno della regolarità può essere spiegato bene in termini di rotazione o vibrazione meccanica (bibl. 5); inoltre, siccome parecchie pulsars sono vicine a noi, si può ritenere che questi oggetti siano piuttosto comuni nella galassia. È ragionevole quindi pensare che la fase « pulsar » sia una fase dell'evoluzione di qualsiasi stella; probabilmente l'ultima o una delle ultime. Il rapido tempo di salita dell'impulso e la microstruttura dei sottoimpulsi indica, con certezza, dimensioni del corpo celeste, supposto sferico, corrispondenti a un raggio compreso fra 10 e 1000 km. In questa famiglia di corpi celesti, fra gli astri conosciuti, si annoverano:

a) pianeti o satelliti,

b) stelle nane,

c) stelle a neutroni.

La possibilità (*a*) viene scartata ovviamente per il fenomeno dell'irraggiamento ottico. Rimangono le ipotesi (*b*) e (*c*). Inoltre

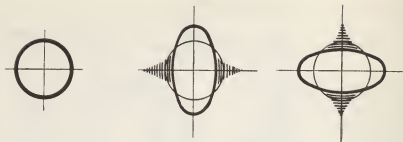



Fig. 4. Oscillazioni radiali di una nana bianca o di una stella a neutroni.

occorre scegliere fra un fenomeno vibratorio ed uno rotatorio. Supponendo una stella sferica, con le dimensioni sopra dette e oscillante come è mostrato nella figura 4, si calcolano periodi P dell'ordine illustrato nella tabella sottostante:

oggetto vibrante	P	δ
nana bianca	8 sec	10^{10} gr/cm^3
stella a neutroni	1 msec	10^3 gr/cm^3

in cui δ è la densità. Come si vede dalla tabella, per la nana bianca risulta un periodo eccessivamente grande; mentre per la stella a neutroni si ottiene un periodo troppo breve (bibl. 6 e 7). Dovendosi così escludere il meccanismo vibratorio, Gold (bibl. 8) ha proposto fin dal 1969 un modello rotatorio che è a tutt'oggi generalmente accettato.

La base di questo modello interpretativo è una stella a neutroni che ruota con velocità angolare ω tale che

$$P = \frac{2\pi}{\omega}$$

in cui P è al solito il periodo caratteristico della pulsar. Quando una stella, all'ultima fase della sua evoluzione, subisce il totale crollo gravitazionale, per diventare una stella a neutroni, il campo magne-

tico originale è talmente compresso da raggiungere alla superficie della stella valori pari a $10^{12} \div 10^{13}$ gauss. Questo fortissimo campo magnetico « congela » il plasma che avvolge la stella a neutroni e lo costringe a ruotare alla velocità angolare ω. Questo fenomeno era stato previsto teoricamente fin dal lontano 1937, sulla base delle sole equazioni di Maxwell, da V. C. A. Ferraro (bibl. 9). La previsione teorica, detta anche teorema o legge della *isorotazione*, è stata ampiamente confermata dall'esperienza in moltissimi e differenti casi, da Lehnert (bibl. 10), Fälthammar (bibl. 11) e da Lundquist (bibl. 12). Chiarificatore, a questo riguardo, è l'esperimento di Lundquist, presentato nella figura 5.

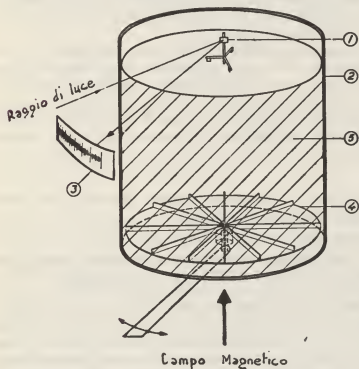



Fig. 5. Disposizione sperimentale per provare la legge della isorotazione; (1) specchietto galleggiante, (2) cilindro d'acciaio, (3) scala graduata, (4) disco rotante con palette, (5) mercurio.

Un contenitore di acciaio è riempito di mercurio (che, per comodità sperimentale viene sostituito al plasma come fluido conduttore) ed è percorso assialmente da un campo magnetico. Nell'interno del recipiente, vicino alla base, vi è una ruota a palette che si può far ruotare dall'esterno mediante una cinghia di trasmissione. In assenza di campo magnetico, il mercurio possiede una fluidità non molto dissimile da quella dell'acqua. Viceversa, non appena è presente il suddetto campo, il mercurio acquista una viscosità assai più consistente. Lo si dimostra con un piccolo specchietto, galleggiante sulla superficie del mercurio, che riflette un raggio di luce su una scala graduata. In presenza del campo magnetico, se si fa ruotare con velocità angolare costante la ruota a pale, anche il galleggiante ruoterà con la stessa velocità angolare, rivelata dal raggio di luce riflesso dallo specchietto.

Ma ritorniamo al modello interpretativo della pulsar. La velocità tangenziale in un punto qualsiasi del plasma (figura 6), che circonda la stella a neutroni, posto a distanza r dall'asse di rotazione, aumenta linearmente con r stesso. Ad una certa distanza r_0, sul piano equatoriale perpendicolare all'asse di rotazione, la velocità tangenziale potrà approssimarsi alla velocità della luce c. Accade cioè che

$$\omega r_0 \simeq c \; .$$

A questo punto intervengono gli effetti relativistici. Essi consistono in due fenomeni ben determinati:

1°) emissione di onde radio elettromagnetiche;

2°) il plasma all'esterno di questo raggio non è più trascinato in rotazione e non è più valida la legge della isorotazione.

Vi sono così tutti gli elementi per spiegare il carattere pulsante della radio-emissione. È sufficiente immaginare il plasma, interno allo sferoide di raggio equatoriale r_0, ma esterno alla stella a neutroni, suddiviso in settori da piani passanti per il centro (contenenti cioè le linee di campo magnetico) ed equidistanziati angolarmente, com'è schematicamente illustrato nella figura 6. Se vi è una instabilità, o una perturbazione sulla superficie della stella a neutroni,

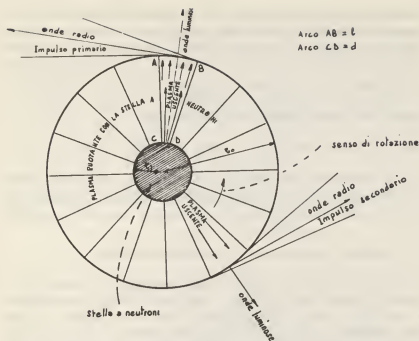



Fig. 6. Il modello di Gold di una pulsar. È illustrata la sezione equatoriale perpendicolare all'asse di rotazione.

entro un particolare settore, il plasma sarà spinto fuori ed accelerato. Non appena esso defluisce dalla superficie di raggio r_0, istantaneamente emetterà onde radio nella direzione tangenziale. Contemporaneamente, nella direzione radiale, cioè ortogonale alla precedente, si avrà una emissione impulsiva di onde luminose. Ciò è dovuto alla diminuizione locale della densità del plasma e quindi della sua opacità alla luce visibile. Con questo meccanismo sono anche spiegabili i sottoimpulsi, come effetto di perturbazioni meno importanti di quella principale.

Assai interessante è tentare anche una verifica dell'ipotesi che il nucleo del complesso illustrato nella figura 6 sia effettivamente una stella a neutroni. Per far ciò utilizzeremo una relazione fonda-

mentale di H. Poincarè (bibl. 13), la quale stabilisce il valore minimo della densità δ di una massa fluida rotante, soggetta a velocità angolare ω uniforme, quando si trascuri qualsiasi forza di coesione fra le particelle del materiale e si assuma che, in contrasto alle forze centrifughe, esistano soltanto quelle gravitazionali. Indicando con G la costante di Newton ($= 6{,}67 \times 10^{-11}$ m^3 · kg^{-1} · sec^{-2}), la densità deve allora soddisfare la disequazione

$$\delta > \frac{\omega^2}{2\pi G} \quad , \text{ cioè } \quad \delta > \frac{2\pi}{G \cdot P^2}$$

Se assumiamo come periodo caratteristico di una pulsar il valore $P = 33$ msec, il più breve sinora misurato, si ottiene $\delta > 10^{11}$ gr/cm^3, cioè un valore ancora accettabile nell'ipotesi di una stella a neutroni.

3. - Verifica sperimentale del modello di Gold

Sulla base della precedente descrizione, appare evidente che il plasma sfuggito nella direzione tangenziale provoca un'emissione di onde radio nella stessa direzione. Nello stesso tempo ha luogo una emissione di luce visibile in direzione radiale, ossia perpendicolare alla precedente. Si ottiene, per così dire, un duplice « effetto faro ». Su questo fenomeno è fondata una verifica sperimentale del modello di Gold, effettuata sulla pulsar NP 0532 nella Crab Nebula. Prima di esaminare ulteriormente questa fondamentale verifica, consideriamo due fatti, sperimentali, che convalidano il modello in istudio:

1°) Una lievissima variazione nel tempo del periodo è prevista per il fatto che vi è emissione di energia sotto forma di onde. In effetti si misura un piccolissimo rallentamento nella velocità di rotazione. Connesso a questo fatto, si dovrebbe trovare che le pulsar più giovani sono quelle a periodo più breve. Effettivamente, la pulsar a periodo più breve finora osservata è la NP 0532, con $P = 33$ msec ed è connessa con la Crab Nebula, la quale proviene dall'esplosione di supernova avvenuta nel 1054. Questa pulsar avrebbe quindi un'età di appena 900 anni, mentre la durata in vita di una pulsar si stima sui 10^7 anni.

2º) La durata dell'impulso Δt e il periodo caratteristico P dovrebbero essere proporzionali, e quindi il loro rapporto costante. In realtà, nelle pulsar finora scoperte questo rapporto oscilla attorno al valore 0,07.

Tuttavia, come si diceva, la verifica sperimentale di gran lunga più probante è stata fatta nel 1969 da due gruppi di scienziati, che lavoravano in collaborazione, gli uni all'Osservatorio di Lick, gli altri alla Stanford University, ambedue in California. I rilievi sono stati condotti sulla pulsar NP 0532 associata alla Crab Nebula. Il concetto guida del complesso esperimento è il seguente. Ammesso che il senso di rotazione della pulsar sia quello della figura 7, l'osser-

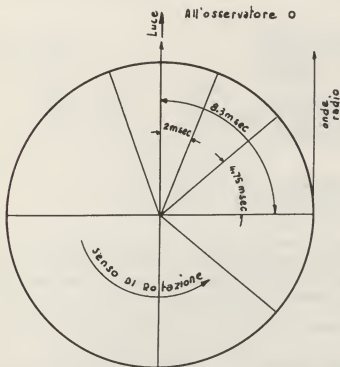



Fig. 7. Effetto faro, interpretato sulla base del modello di Gold, per la pulsar NP 0532.

vatore terrestre, in direzione 0, riceve l'impulso ottico in ritardo rispetto all'impulso radio. Sorge quindi l'idea di misurare questo ritardo. Nella figura 8 è contenuto un diagramma a blocchi dell'intera disposizione sperimentale. All'osservatorio Lick l'emissione ottica della pulsar è raccolta da un fotomoltiplicatore posto nel fuoco del

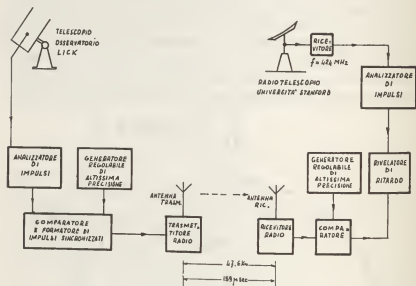



Fig. 8. Diagramma a blocchi del complesso sperimentale atto a verificare il modello di Gold per la pulsar NP 0532.

telescopio di 120 pollici. Detto impulso elettrico viene trasferito a un analizzatore, che provvede a « ripulirlo » in grandissima misura dal rumore di fondo, ricostruendo un segnale praticamente come quello della figura 1; ma avente il periodo P, la durata dell'impulso Δt e la frequenza caratteristica tutti identici a quelli della pulsar osservata. Mediante un normale trasmettitore radiofonico, questo segnale era inviato agli studiosi della Stanford University, che lo confrontavano con un segnale artificiale, perfettamente identico a quello ricevuto all'osservatorio Lick; ritardato soltanto di un tempo costante e noto. Il radiotelescopio della Stanford University,

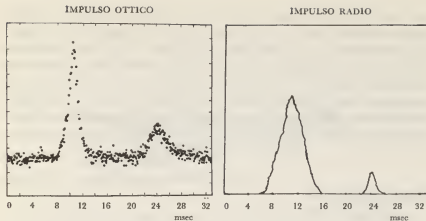



Fig. 9. Impulso ottico ed impulso radio emessi dalla NP 0532; sono rappresentate le forme d'onda non le relative fasi.

per proprio conto, captava l'emissione radio della pulsar, inviandola ad un ricevitore sintonizzato a 424 MHz (frequenza del treno d'onda ricevuto). Il ricevitore inviava il segnale ad un analizzatore di impulsi e lo confrontava con quello riprodotto localmente allo scopo di determinare il ritardo fra i due impulsi (bibl. 14).

Nella figura 9 sono visibili l'impulso ottico e quello radio. Entrambi i segnali sono accompagnati da un sotto-impulso tra i due impulsi primari. Diremo incidentalmente che l'energia emessa nella regione visibile dello spettro è 10.000 volte maggiore di quella emessa nella regione delle onde radio: in un impulso ottico la NP 0532 emette tanta energia quanta ne irradia il sole in un secondo. La larghezza alla base dell'impulso ottico è 4 msec, mentre quella alla base dell'impulso radio si può stimare pari a 9,5 msec. In base a questi dati, si può calcolare che il ritardo fra l'istante della fine dell'impulso radio e quello di inizio dell'impulso ottico dovrebbe essere uguale al tempo (33/4 msec) necessario per compiere un quarto di rotazione, meno la semisomma di queste due larghezze; in definitiva 1,55 msec. Poiché il ritardo osservato è 1,42 msec, ne risulta che lo scarto fra il dato previsto e quello misurato non è forte, specialmente

se si tien conto delle varie cause di errore ancora sussistenti. Appare quindi evidente che il modello interpretativo di GOLD è, a tutt'oggi, la strada buona per comprendere a fondo le pulsars. Occorrerà perfezionarlo teoricamente, anche tenendo conto delle osservazioni che saranno raccolte e vagliate nei prossimi anni. Le pulsars sono comunque oggetti estremamente interessanti, perché la completa comprensione del loro meccanismo di funzionamento contribuirà notevolmente alla conoscenza delle fasi finali dell'evoluzione stellare.

VITTORIO BANFI
Libero Docente presso il Politecnico di Torino

Torino, Agosto 1970

BIBLIOGRAFIA

1. A. HEWISH: *Pulsars.* Scientific American, Ottobre 1968.
2. A. BAGLIN: *Les pulsars.* L'Astronomie, Giugno 1969.
3. —: *A Pulsar detected optically.* Sky & Telescope, Marzo 1969.
4. T. C. WEEKES: *High Energy Astrophysics*, Ed. Chapman & Hall, 1969.
5. F. PACINI: *Ipotesi sulla natura delle pulsars.* Atti del XII Convegno della Soc. Astr. Italiana, 1968.
6. D. W. MELTZER & K. S. THORNE: Astrophys. Journal, **145**, p. 514, 1966.
7. B. R. DURNEY, I. FAULKNER, I. R. GRIBBEN & I. W. ROXBURGH: *Pulsation periods of rotating white dwarfs.* Nature, p. 20, 1968.
8. T. GOLD: *Rotating neutron stars as the origin of the pulsating radio sources.* Nature, p. 731, 1968.
9. V. C. A. FERRARO: *Non uniform rotation of the sun and its magnetic field.* Monthly Notices of the R. Astronomical Society, **97**, p. 458 (1937).
10. B. LEHNERT: *On the behaviour of an electrical conductive liquid in a magnetic field.* Arkiv f. Fysik, **5**, p. 69 (1952).
11. C. G. FÄLTHAMMAR: *Experiments on magneto-hydrodynamic co-rotation in mercury.* Arkiv f. Fysik **19**, p. 109 (1961).
12. S. LUNDQUIST: *Experimental investigations of magneto-hydrodynamic waves.* Physical Rev. **76**, p. 1805 (1949).
13. H. POINCARÉ: *Leçons sur les hypothèses cosmogoniques.* Ed. Gauthier-Villars, 1912.
14. C. N. TAUBMAN: *Pulsar optical and radio emission observed simultaneously.* Hewlett-Packard Journal. Giugno 1969.

Il «globo di fuoco» primordiale e la radiazione di 3 °K

La cosmologia studia le caratteristiche generali dell'universo, la sua estensione nello spazio e la sua durata nel tempo. Purtroppo i dati sperimentali su cui ci si può basare non sono numerosi.

Un primo dato è costituito dal fatto che la radiazione proveniente dalle galassie tende a spostarsi verso l'estremità rossa dello spettro in misura tanto maggiore quanto più grande è la loro distanza. La scoperta dello spostamento verso il rosso ha profondamente mutato le nostre concezioni sul cosmo, in quanto ha indotto a pensare ad un universo in espansione. Notiamo che la teoria di un universo in espansione non si basa solo sullo spostamento verso il rosso, ma anche sulla meccanica Newtoniana classica. Infatti, a causa delle forze gravitazionali agenti fra le galassie, il sistema cosmico non può essere statico, cioè il sistema deve o contrarsi, sotto l'azione di forze di attrazione gravitazionale, oppure espandersi in conseguenza del prevalere delle forze disperdenti sull'attrazione gravitazionale. Dalla misura dello spostamento verso il rosso si può dedurre che le galassie si allontanano le une dalle altre con una energia cinetica circa 50 volte maggiore dell'energia potenziale di attrazione gravitazionale che agisce fra di loro. Ciò significa che l'attuale espansione dell'universo non si arresterà mai, vale a dire, in linguaggio matematico, l'espansione dell'universo è iperbolica.

Questa generale recessione delle galassie costituisce la base di due fra i più notevoli modelli dell'universo: la cosmologia del « big bang » (o grande scoppio), secondo cui l'universo ebbe origine pa-

recchi miliardi di anni fa da uno stato superdenso della materia e la cosmologia dello « stato stazionario », nella quale l'universo mantiene inalterate nel corso del tempo le sue caratteristiche generali.

Un secondo dato sperimentale, estremamente importante dal punto di vista della cosmologia, è fornito dalla scoperta di una radiazione radio cosmica di bassa energia che sembra riempire l'intero universo e in cui la Terra è immersa. La scoperta, come spesso succede, avvenne per caso da parte di due scienziati, A. A. Penzias e R. W. Wilson, che stavano lavorando per un'antenna destinata alle osservazioni dei satelliti artificiali « Echo ». Nell'autunno del 1964 essi rivelarono un « rumore » di fondo che non fu possibile attribuire a cause strumentali e che, dopo una lunga serie di controlli, fu riconosciuto come dovuto ad una radiazione extraterrestre. È da notare che una simile scoperta non giungeva del tutto inaspettata in quanto già G. Gamow ne aveva predetto l'esistenza e R. H. Dicke dell'Università di Princeton aveva suggerito la possibilità di scoprire un nuovo tipo di radiazione cosmica, residuo di una radiazione emessa da quella specie di « globo di fuoco », cui potrebbe essere paragonato l'universo nei primi istanti di vita quando esso era contratto e caldissimo.

Il concetto di un globo di fuoco primordiale poggia le sue basi sull'accennato allontanamento delle galassie. Esso fa presumere che nel lontano passato tutta la materia dell'universo fosse concentrata in un nucleo indifferenziato ad altissima densità e temperatura, in cui erano presenti particelle e radiazione. Non appena ebbe inizio l'espansione la materia si raffreddò e successivamente si cominciarono a formare le singole stelle e le singole galassie. Anche la radiazione all'inizio costituita prevalentemente da raggi gamma, cioè da fotoni ad alta energia, col diminuire della temperatura si spostò verso le maggiori lunghezze d'onda ed ora essa si manifesta principalmente nella banda radio e in quella delle microonde.

Basandosi su quanto abbiamo detto, è possibile dedurre due caratteristiche della radiazione del « globo di fuoco » primordiale. Prima di tutto, poiché essa fu emessa da una sorgente in equilibrio termodinamico (cioè l'universo altamente condensato) la sua intensità deve corrispondere a quella della radiazione elettromagnetica contenuta in una cavità in equilibrio termico (corpo nero). Perciò

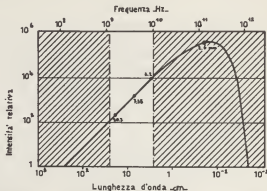
si avrà una prova che questa nuova radiazione è un residuo del globo di fuoco primordiale se l'andamento della sua intensità in funzione della lunghezza d'onda (per una certa temperatura) coincide con la curva della radiazione emessa da un corpo nero alla stessa temperatura.

La seconda caratteristica, cui si accennava in precedenza, è che tale radiazione dovrebbe essere isotropa e riempire presumibilmente l'intero universo, cioè l'intensità osservata della radiazione dovrebbe essere la stessa in tutte le direzioni. In realtà, i risultati sperimentali non si discostano da questa caratteristica di isotropia in misura maggiore del 5%.

Vi è una « finestra » attraverso la quale si può osservare tale radiazione: precisamente quella parte del radio spettro dove la lunghezza d'onda è compresa nell'intervallo da circa 1 a circa 20 cm (a lunghezze d'onda più lunghe, la radiazione proveniente dalla nostra Galassia è così forte da cancellare qualsiasi segnale extragalattico; a lunghezze d'onda minori di 1 cm è l'atmosfera terrestre che irraggia troppo fortemente).

I radio-astronomi già da tempo avevano effettuato misure attraverso questa finestra, ma non erano riusciti ad accorgersi di tale radiazione in quanto i metodi generalmente usati per mettere in evidenza segnali dal rumore di fondo tendono più che altro a scoprire un segnale debole concentrato in una riga ristretta dello spettro elettromagnetico, come nel caso della riga di emissione a lunghezza d'onda pari a 21 cm dell'idrogeno atomico delle nubi interstellari. Sfortunatamente, la radiazione primordiale ha invece una distribuzione spettrale simile a quella del rumore di fondo terrestre, e quindi non è possibile scoprirla in questo modo. Vi è inoltre la difficoltà che la radiazione non è localizzata in alcuna particolare regione del cielo, bensì diffusa in tutto lo spazio.

Come già abbiamo avuto occasione di dire, un test cruciale per decidere se questa nuova radiazione sia un residuo dei primi istanti di vita dell'universo è di mettere in grafico la sua intensità in funzione della lunghezza d'onda e vedere se la curva ottenuta corrisponde a quella di un corpo nero. Le prime misure furono effettuate a lunghezze d'onda di 7,35, 3,2 e 20,7 cm e si vide che i punti ottenuti

cadevano molto bene sulla curva teorica che rappresenta l'intensità della radiazione emessa da un corpo nero a 3 °K secondo la formula di Planck.

L'intensità della radiazione del globo di fuoco primordiale è stata misurata a quattro lunghezze d'onda. Le osservazioni radiometriche sono rese impossibili nelle zone tratteggiate dalla radiazione galattica (a sinistra) e atmosferica (a destra). La misura effettuata a 2,6 mm è stata ottenuta osservando l'assorbimento di luce da parte delle molecole CN dello spazio.

La zona della curva del corpo nero più interessante da esaminare è quella corrispondente alle lunghezze d'onda più brevi, cioè là dove la curva presenta un massimo, dopodiché cade bruscamente. Sfortunatamente a tali lunghezze d'onda i problemi tecnici, dovuti principalmente all'emissione dell'atmosfera terrestre sono numerosi e difficilmente superabili. Nell'impossibilità di accedere ad un'osservazione diretta, è necessario ricorrere ad una misura indiretta basata su un « termometro molecolare » dello spazio interstellare.

Il metodo si basa sul fatto che il così detto cianogeno CN interstellare (*) viene investito dalla radiazione di corpo nero. La molecola, dal suo stato fondamentale, viene portata ad uno stato eccitato la cui energia corrisponde a una radiazione di lunghezza d'onda

(*) Il nome cianogeno dato al radicale CN è improprio. In realtà il vero cianogeno è C_2N_2.

2,6 mm. Quindi, se un certo numero di molecole CN, che si trovano in una certa nube, vengono investite dalla radiazione di 2,6 mm, una frazione di esse si porterà in uno stato eccitato e quanto più grande è tale frazione tanto maggiore sarà l'intensità della radiazione riemessa. Questa percentuale può essere misurata in quanto che è per l'assorbimento di queste molecole di cianogeno che si producono le righe di assorbimento osservate negli spettri di certe stelle; d'altra parte la riga che si produce quando la luce è assorbita da molecole nello stato eccitato ha una lunghezza d'onda leggermente diversa da quella della riga prodotta per assorbimento di molecole che si trovano nello stato fondamentale. Perciò una nube di molecole CN parzialmente eccitate mostra nello spettro due o più linee di assorbimento e l'intensità relativa delle diverse linee di assorbimento dà la frazione di molecole che si trovano in un certo stato.

Le prime osservazioni sul grado di eccitazione delle molecole di cianogeno effettuate sullo spettro della stella Zeta Ophiuchi portarono ad una temperatura di corpo nero di 2,3 °K per la radiazione. Però in un primo tempo si ritenne che l'eccitazione delle molecole fosse dovuta a collisioni con altre particelle. In un secondo tempo, quando si affacciò l'ipotesi di una radiazione primordiale di corpo nero, si notò la rassomiglianza del valore 2,3 °K al valore previsto di 3 °K. Misure più recenti, effettuate in diverse regioni del cielo, hanno portato ad un valore della temperatura di circa 3 °K.

Queste misure, effettuate per mezzo delle molecole CN, sono della massima importanza, non solo perché permettono di investigare l'andamento della curva planckiana in vicinanza del massimo, ma anche perché permettono di escludere qualsiasi causa di eccitazione delle molecole che non sia la radiazione di corpo nero. Infatti se l'eccitazione delle molecole CN fosse dovuta ad urti con particelle, ci si dovrebbe aspettare che la frequenza e l'energia delle collisioni variassero da nube a nube, a seconda delle condizioni fisiche locali. La costanza dei valori ottenuti per diverse posizioni del cielo permette invece di respingere questa possibilità. Un'altra conferma indiretta dell'esistenza di una radiazione termica universale è data dalle osservazioni effettuate nella banda X dello spettro da R. Giacconi, H. Friedman e altri, per mezzo di contatori collocati a bordo di

palloni sonda. Questi esperimenti, oltre a condurre alla identificazione di singole sorgenti di raggi X, hanno rivelato una radiazione X diffusa, pure essa isotropa. J. E. FELTEN e P. MORRISON hanno mostrato che questa radiazione X diffusa può essere attribuita all'interazione di elettroni di altissima energia con la radiazione termica universale attraverso il meccanismo dell'effetto Compton (inverso).

FRANCO SCALTRITI
Aiuto-astronomo incaricato
Osservatorio astronomico di Torino

Insolazione a Pino Torinese

Come s'era detto nel precedente Annuario, dal 20 Gennaio 1968 è in funzione all'Osservatorio un eliofanografo, per registrare le ore di insolazione. Riportiamo i dati raccolti nel periodo 1 Novembre 1969 ÷ 31 Ottobre 1970, cui si riferisce il presente Annuario, coi relativi istogrammi, che dànno la frequenza dei giorni aventi insolazione percentuale da 0 (coperti) a più dell'80 per cento (sereni).

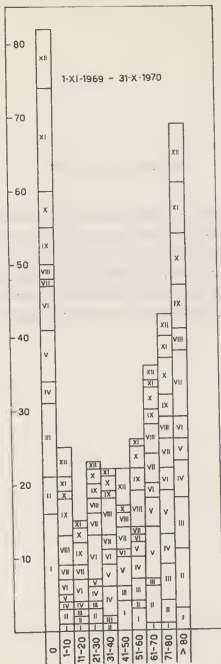
TABELLA

Mese	insolazione	anno precedente	a St. Barthélemy
Novembre 1969	$95^h.7$	$85^h.0$	$131^h.7$
Dicembre 1969	118 .2	97 .0	149 .9
Gennaio 1970	73 .2	121 .4	109 .4
Febbraio	149 .2	103 .6	91 .7
Marzo	162 .3	71 .5	157 .7
Aprile	215 .9	153 .6	199 .2
Maggio	206 .6	152 .2	227 .1
Giugno	159 .6	207 .2	208 .2
Luglio	262 .4	232 .9	283 .5
Agosto	194 .6	199 .1	225 .2
Settembre	149 .4	131 .7	250 .5
Ottobre 1970	167 .0	163 .3	179 .6
Totali	1954 .1	1719 .4	2213 .7

Si può notare che, rispetto all'anno precedente, si è avuto un aumento di $234^h,7$, soprattutto come conseguenza di una primavera più assolata. Come si diceva l'anno precedente, un commento ade-

guato sarà possibile quando si disporrà di un numero ben maggiore di anni. Per il momento abbiamo riportato, a titolo di confronto, i dati dell'insolazione raccolti, per lo stesso periodo, a Saint Barthélemy da parte del sig. Clemente Fillietroz, che qui ringraziamo. Vale la pena di rilevare che, almeno nel periodo considerato, le ore di insolazione all'Osservatorio di Pino Torinese non si discostano troppo dalla media annua (2150^h) di St. Barthélemy, dedotta dal periodo 1961-69 (vedasi Memorie della Soc. Astronom. Italiana, vol. 41, p. 125, 1970).

A. Di Battista
M. G. Fracastoro

1-XI-1969 - 31-X-1970
80
70
60
50
40
30
20
10
0
1-10
11-20
21-30
31-40
41-50
51-60
61-70
71-80
> 80

RINGRAZIAMENTO

ALLE SPESE PER LA PUBBLICAZIONE DI QUESTO ANNUARIO
HANNO GENEROSAMENTE CONTRIBUITO
L'ISTITUTO BANCARIO « SAN PAOLO » DI TORINO
E LA CASSA DI RISPARMIO DI TORINO.
AD ESSI SIAMO LIETI DI ESPRIMERE
IL NOSTRO VIVO RINGRAZIAMENTO

INDICE